

既存防火水槽の簡易式強度・耐震診断の手引き

【その2】

平成30年3月

一般財団法人 日本消防設備安全センター
二次製品防火水槽等連絡協議会

目 次

1. はじめに	1
2. 消防機関へのヒアリング調査	2
2-1 ヒアリング調査内容	2
2-2 ヒアリング調査結果	3
2-3 調査のまとめ	6
3. 既存防火水槽の構造検討	7
3-1 角型水槽の構造検討	7
3-2 円型水槽の構造検討	9
3-3 構造検討の判定結果	10
3-4 構造検討のまとめ	12
4. 既存防火水槽の現地調査	13
4-1 水を抜いた簡易調査	13
4-2 水を抜かない簡易調査	16
5. おわりに	18

別添資料

1. 消防機関へのヒアリング集計結果
2. 既存防火水槽の構造検討結果と構造計算書
 - (1) 角型防火水槽（空地用）
 - (2) 角型防火水槽（道路用）
 - (3) 円型防火水槽
3. 既存防火水槽の現地調査結果
 - (1) 水を抜いた簡易調査結果
 - (2) 水を抜かない簡易調査結果

1. はじめに

総務省消防庁は、「消防水利の基準」を改正し(平成26年10月31日消防庁告示第29号)、消防水利、特に既存防火水槽の耐震性の有無について判断したうえで、各地域の必要に応じ予算措置を含む計画的な配置の検討を求めています。

このような状況から、二次製品防火水槽等連絡協議会は一般財団法人日本消防設備安全センターからの委託を受け、平成27年度事業として、「既存防火水槽の簡易式強度・耐震診断の手引き(40m³級角型防火水槽編)」(以下、「平成27年度診断の手引き」という)を作成しました。この「平成27年度診断の手引き」は消防本部関係者が、簡易かつ容易に当該既存防火水槽(二次製品を除く現場打ちコンクリート造の水槽を指す)の構造安全性及び耐震性を判断する手段として作成しました。

当該手引きでは、構造検討に用いた防火水槽の形状は40m³の角型をモデルとし、防火水槽の補助金交付要綱にそった部材厚、鉄筋量を基に行ったもので、40m³の容量で角型以外の形状の構造検討には至っておりませんでした。

そこで今回は、消防関係者に直接面談し、既存防火水槽の維持管理の問題点や設置されている防火水槽の構造図等から構造判定を行い、既存防火水槽の維持管理の有効な手引きとなることを目的としました。

これらのことを踏まえ、二次製品防火水槽等連絡協議会は、一般財団法人日本消防設備安全センターからの委託を受け、当協議会における平成29年度事業として、以下の加盟7団体の共同作業により「既存防火水槽の簡易式強度・耐震診断の手引き(その2)」を作成したものです。

本協議会では、この手引きが活用され、各消防本部が既存防火水槽の耐震性、構造安全性を判断するうえでの一助となることを期待するものです。

平成30年3月15日

二次製品防火水槽等連絡協議会(7団体)

コンクリート系防火水槽協会

耐震性貯水槽協会

PC耐震性防火水槽協会

T・S式耐震貯水槽工業会

HC式貯水槽工業会

日本水道鋼管協会

日本ダクタイル鉄管協会

2. 消防機関へのヒアリング調査

2-1 ヒアリング調査内容

(1) ヒアリング調査の概要

本調査は24の消防機関を抽出して、連絡協議会会員による聞き取り調査又はアンケート調査を行なった。(ヒアリング集計結果は別添資料に掲載)

また、消防機関の中で年代別の図面を提供いただいたり、既存防火水槽の現地調査のご協力もお願いした。提供いただいた図面を基に構造検討を行った結果は第3章に記載した。既存防火水槽の現地調査の内容については第4章に記載した。

(2) ヒアリング調査内容

ヒアリング調査の内容は下記のとおりです。

- 1) 公設・私設の防火水槽基数について
- 2) 防火水槽の年代別基数について
- 3) 年代別の防火水槽の図面の有無について
- 4) 防火水槽の維持管理の方法について
- 5) 特に50年経過した防火水槽の維持管理方法について
- 6) 防火水槽の耐震性の確認の有無について
- 7) 防火水槽の調査の予定と調査予定基数について
- 8) 防火水槽の更新に関する取組について
- 9) 今後の防火水槽の維持管理に関する考えについて
- 10) 防火水槽の維持管理での問題点について
- 11) 防火水槽の維持管理に関しての基準、指針、手引きについて
- 12) 安全センターと連絡協議会で作成したマニュアル類や手引きの認知及び活用について
- 13) その他

※回答については調査内容により、未回答や重複回答があります。

2-2 ヒアリング調査結果

(1) 公設・私設の防火水槽基数について

各消防機関での防火水槽の設置基数の総数は下記のとおりです。

公設の防火水槽：23,529 基

私設の防火水槽：9,608 基

合計の防火水槽：33,137 基

上記の結果から、公設の防火水槽は全体の約 70%を占めていることがわかった。

また、1つの消防機関で保有している防火水槽は少ない所で約 200 基、最も多い所で約 4,200 基となっており、平均すると約 1,380 基となっている。

(2) 防火水槽の年代別基数について

防火水槽の年代別の設置基数は各消防機関より年代が分かるものを抽出し、取りまとめた。

結果は下記のとおりです。なお、年代の区分については「消防防災施設整備補助金要綱」に記載されている防火水槽の基準（部材厚さや鉄筋量など）の変更に準じた。

昭和 27 年以前のもの : 860 基

昭和 28 年以降、昭和 35 年以前のもの : 703 基

昭和 36 年以降、昭和 55 年以前のもの : 6,941 基

昭和 56 年以降、昭和 58 年以前のもの : 1,513 基

昭和 59 年以降のもの : 10,872 基

年代不詳のもの : 4,711 基

合計基数 : 25,600 基

これらから、50 年以上を経過していると想定される防火水槽は昭和 35 年以前及び年代不詳のものを合わせた基数で 6,274 基で全体の約 4 分の 1 を占めていることがわかった。また、「平成 27 年度診断の手引き」に記述されているとおり、耐震性が懸念される昭和 55 年以前の水槽では 13,215 基となり、全体の半分の基数を占めていることがわかった。

(3) 年代別の防火水槽の図面の有無について

年代別の図面の有無を調査したところ、昭和 35 年以前や年代不詳の水槽図面が保管されていない消防機関が多い。

また、昭和 59 年以降の水槽図面は 22 の消防機関で保有されていた。

(4) 防火水槽の維持管理の方法について

防火水槽の維持管理は通常の管理として、水槽周囲の点検と水位の低下の確認を行なっているとの回答が 23 消防機関であった。点検頻度は年 1～2 回が 15 消防機関で、年 4 回以上行なっているのは 5 消防機関であった。

また、水位低下のある水槽については防水補修を行なっているとの回答であった。

(5) 特に50年経過した防火水槽の維持管理方法について

20の消防機関では通常の管理と同じ維持管理方法が取られているとの回答であった。

また、水槽内部の点検・調査を行ったと回答されたのは3消防機関であった。

(6) 防火水槽の耐震性の確認の有無について

耐震性の確認をしていないとの回答は、21の消防機関で、耐震性の確認を行なっているとの回答しているのは2消防機関であった。

(7) 防火水槽の調査の予定と調査予定基数について

防火水槽の調査（耐震性調査も含む）の予定がないとの回答は15消防機関で、検討中との回答が5消防機関、調査予定がある（実施中を含む）との回答は4箇所の消防機関であった。

また、調査の予定していない若しくは検討中の消防機関の中には、防火水槽の調査に費用がかかるため、断念している、あるいは、予算のやりくりで苦慮しているとの回答であった。

(8) 防火水槽の更新に関する取組について

防火水槽の更新を行なっているとの回答は4消防機関であった。

また、更新を検討しているとの回答は9消防機関であった。

(9) 今後の防火水槽の維持管理に関する考えについて

現状の維持管理で行なうとの回答が16消防機関であった。

一方、補強や更新など最善の方法を検討しているとの回答が2消防機関であった。

(10) 防火水槽の維持管理での課題について

課題があると6消防機関から回答があった。その主な課題は下記のとおりです。

①構造補強（崩落防止のため）で補強後の耐用年数、調査頻度（何年ごとにするのか）がわかると事業化しやすくなる。

②どこから手をつけていくか、どこまで行なうかを今後進めていかなければならない等課題が多い。まずは調査からすればよい事が理解できたので調査費用など相談させてもらいたい。

③予算の確保が難しい。

④経年防火水槽の耐震性があるかないかの判断が良くわからない。耐震化には費用対効果の問題があつて難しい。

(11) 防火水槽の維持管理に関して参考となる基準・指針・手引き等について

参考となる基準・指針・手引き等については7消防機関から、下記の要望があった。

①防火水槽のメンテナンスの必要性に関して、国の方針が分からないことや調査や工事に対する補助金が無いため事業として進めにくい。調査項目なども明確になると進めやすい。

- ②新設、補修補強の選択の判断ができる(判定基準)マニュアルがあれば良い。
- ③月に約500基の点検するのは大変なため、外観点検などに関するマニュアルがあるとよい。
例えば、このような状態であれば危険な状況であるなどといった類のもの。
- ④いろいろなパターンの管理方法があると良い。
- ⑤水槽の更新頻度の明記があれば方針を打ち出しやすくなる。

(12) 安全センターと連絡協議会で作成したマニュアル類や手引きの認知及び活用について

マニュアル類や手引きの認知及び活用については知らないとの回答が半数の消防機関であり、知っているとの回答は9消防機関、活用しているとの回答は2消防機関であった。

また、多くの消防機関では安全センターと連絡協議会で作成したマニュアル類や手引きが見当たらないとのことで送ってほしいとの要望を受けた。

(13) その他

その他の回答は下記のとおりです。

- ①充足率は71.6%(全国平均を若干下回る)。国より、3年後3%、10年後10%の充足率引き上げに対する具体的施策を纏めるよう指示を受けている。
- ②充足率は80%弱で消火栓が多い。
- ③充足率は70%程度(林野を含む)。
- ④充足率は78%弱(消火栓のみ。住宅地域内ではほぼ100%)。
- ⑤古い水槽の耐久性や耐震性を議論するのはよいが、そのための予算を確保できるように働きかけてもらわないと現場の方では困ることになる。
- ⑥今後古い水槽に関して取り組む必然性は理解できているが、地下式に関しては特段問題が発生していないこと、また財政上の問題から現状、手を打っていない状況
- ⑦漏水対策でも費用がかかり、補強まで手が回らない。ただ、対応が必要と考えており、補助金などを期待している。
- ⑧点検調査などで外注するのは予算の関係上、懸念がある。
- ⑨調査・診断方法や補修補強など具体的な方法が分からないので勉強したい。
- ⑩古い水槽はデータが無く、地形の利用方法が変わり、採水口が斜めであったり、正確な設置状態が分からない等、平面的な配置状況の不明なものが多く、困っている。※GPSなどで平面位置が容易に計測できるものがあればありがたい。

2-3 調査のまとめ

今回のヒアリング調査では防火水槽の維持管理について、どのように行なわれているのか、今後どう取り組もうとしているのか等、現場の声を聞かせていただいた。

全体的には防火水槽に対する維持管理の難しさ、どうすればよいかの判断に苦慮されていることが感じられた。特に、防火水槽の耐久性、構造安全性に関する調査や判断をどうすればよいか、また調査等に費用がかかり、予算を確保する事が難しいという声が多く聞かれた。

その中でも、経年水槽の耐震性の調査・診断や対策について色々と検討している消防機関や今までに作成したマニュアルや手引きを参考にしているとの回答もあった。

ただ、これまでの基準やマニュアルだけでは不十分であり、経年水槽に係る調査方法や診断・補修・補強等に関する分かりやすいマニュアルがあるとよいと要望されている。

3. 既存防火水槽の構造検討

3-1 角型水槽の構造検討

(1) 既存防火水槽の形状寸法、部材厚、配筋一覧

1) 空地用の防火水槽

消防機関から報告された角型水槽（空地用）の図面より、年代、容量、形状寸法は表3-1に示すとおりです。なお、図面はすべて現場打ちコンクリート造の水槽です。また、施工年度で複数年の表示はその期間が同じ構造図面で施工されたことを示します。

表 3-1 角型水槽（空地用）の年代、容量、形状寸法

通 番 号	施工年度	地上状況	土被り (m)	容量 (m ³)	水槽内寸法		
					幅 (m)	高さ (m)	長さ (m)
1	S 28 年	公園	0.35	40	4.07	2.52	4.07
2	S 30~34 年	空地	0.50	40	2.50	3.00	5.50
3	S 35 年	公園	1.00	40	4.22	2.52	4.22
4	S 36 年	空地	0.50	40	2.50	3.00	5.53
5	S 37~43 年	空地	0.50	40	2.50	3.00	5.53
6	S 43 年	空地	0.50	40	2.03	3.00	6.73
7	S 45 年	公園	1.50	40	4.47	2.30	4.47
8	S 49 年	空地	1.00	40	4.00	3.00	4.00
9	S 49~54 年	空地	0.50	40	2.80	2.82	5.12
10	S 51 年	空地	1.00	40	2.54	3.04	5.54

同じく、角型水槽（空地用）の部材厚、配筋一覧は表3-2に示すとおりです。

表 3-2 角型水槽（空地用）の部材厚、配筋一覧

通 番 号	土被り (m)	水槽内寸法			断面厚さ			配筋状況		
		幅 (m)	高さ (m)	長さ (m)	頂版 (m)	側壁 (m)	底板 (m)	頂版	側壁	底板
1	0.35	4.07	2.52	4.07	0.22	0.22	0.22	φ 13	φ 9	φ 13
2	0.50	2.50	3.00	5.50	0.25	0.25	0.25	φ 16	φ 16	φ 16
3	1.00	4.22	2.52	4.22	0.25	0.25	0.25	φ 13	φ 13	φ 16
4	0.50	2.50	3.00	5.53	0.25	0.25	0.25	φ 16	φ 16	φ 16
5	0.50	2.50	3.00	5.53	0.25	0.25	0.25	φ 16	φ 16	φ 16
6	0.50	2.03	3.00	6.73	0.25	0.25	0.25	φ 16	φ 16	φ 12
7	1.50	4.47	2.30	4.47	0.25	0.25	0.25	φ 13	φ 13	φ 13
8	1.00	4.00	3.00	4.00	0.30	0.25	0.40	φ 13	φ 13	φ 13
9	0.50	2.80	2.82	5.12	0.25	0.25	0.30	D16	D16	D16
10	1.00	2.54	3.04	5.54	0.23	0.23	0.23	φ 16	φ 13	φ 9

2) 道路用の防火水槽

消防機関から報告された角型水槽（道路用）の図面より、年代、容量、形状寸法は表3-3に示すとおりです。なお、図面はすべて現場打ちコンクリート造の水槽です。また、施工年度で複数年の表示はその期間が同じ構造図面で施工されたことを示します。

表 3-3 角型水槽（道路用）の年代、容量、形状寸法

通 番 号	施工年度	地上状況	土被 り (m)	容量 (m ³)	水槽内寸法		
					幅 (m)	高さ (m)	長さ (m)
11	S28年	道路	0.60	40	4.07	2.52	4.07
12	S44年	中央分離帯	1.00	40	2.70	2.00	7.50
13	S46～53年	道路	0.50	40	2.60	2.32	6.90
14	S48年	道路	1.00	40	2.54	3.04	5.54
15	S50年	道路	1.00	40	2.54	3.04	5.54
16	S54～55年	道路	0.50	40	2.60	2.32	6.90

同じく、角型水槽（道路用）の部材厚、配筋一覧は表3-4に示すとおりです。

表 3-4 角型水槽（道路用）の部材厚、配筋一覧

通 番 号	土被り (m)	水槽内寸法			断面厚さ			配筋状況		
		幅 (m)	高さ (m)	長さ (m)	頂版 (m)	側壁 (m)	底板 (m)	頂版	側壁	底板
11	0.60	4.07	2.52	4.07	0.25	0.25	0.25	φ16	φ16	φ16
12	1.00	2.70	2.00	7.50	0.25	0.25	0.25	φ13	φ13	φ13
13	0.50	2.60	2.32	6.90	0.25	0.35	0.25	D16	D16	D19
14	1.00	2.54	3.04	5.54	0.23	0.23	0.23	φ16	φ13	φ9
15	1.00	2.54	3.04	5.54	0.23	0.23	0.23	D16	D16	D16
16	0.50	2.60	2.32	6.90	0.25	0.25	0.35	D16	D16	D19

(2) 構造計算の条件

防火水槽の構造計算は「耐震性貯水槽の設計の手引き及び管理マニュアル」（平成17年6月制定）（以下、「平成17年管理マニュアル」という）に準拠して行なう。

荷重条件は以下のとおり。

- ・空地用：上載荷重 10kN/m²（地震時も考慮）
- ・道路用：T-25（衝撃荷重0.3考慮）の交通荷重（地震時には考慮しない）
- ・地震の設計震度：Kh=0.288 Kv=±0.144

3-2 円型水槽の構造検討

(1) 既存防火水槽の形状寸法、部材厚、配筋一覧

消防機関から報告された円型水槽の図面より、年代、容量、形状寸法は表3-5に示すとおりです。なお、図面はすべて現場打ちコンクリート造の水槽です。

表 3-5 円型水槽の年代、容量、形状寸法

通 番 号	施工年度	地上状況	土被り (m)	容量 (m ³)	水槽内寸法	
					内径 (m)	高さ (m)
17	S51年	空地	1.00	40	5.11	2.02
18	H2年	空地	1.00	40	4.40	2.70
19	H2年	道路	1.00	40	4.40	2.70

同じく、円型水槽の部材厚、配筋一覧は表3-6に示すとおりです。

表 3-6 円型水槽の部材厚、配筋一覧

通 番 号	土被り (m)	水槽内寸法		断面厚さ			配筋状況		
		内径 (m)	高さ (m)	頂版 (m)	側壁 (m)	底板 (m)	頂版	側壁	底板
17	1.00	5.11	2.02	0.35	0.25	0.30	D19	D16	D19
18	1.00	4.40	2.70	0.30	0.30	0.35	D19	D13	D19
19	1.00	4.40	2.70	0.35	0.30	0.35	D22	D13	D19

(2) 構造計算の条件

防火水槽の構造計算は「平成17年管理マニュアル」に準拠して行なう。

荷重条件は以下のとおりです。

- ・空地用：上載荷重 10kN/m²（地震時も考慮）
- ・道路用：T-25（衝撃荷重0.3考慮）の交通荷重（地震時には考慮しない）
- ・地震の設計震度：Kh=0.288 Kv=±0.144

3-3 構造検討の判定結果

(1) 空地用の角型防火水槽

空地用の角型防火水槽の構造検討の判定結果は表 3-7 に示すとおりです。

表 3-7 空地用の角型防火水槽の構造検討の判定結果

通 番 号	施工年度	土被り (m)	容量 (m ³)	水槽内寸法			常時 判定			地震時 判定		
				幅 (m)	高さ (m)	長さ (m)	頂版	側壁	底板	頂版	側壁	底板
1	S28 年	0.35	40	4.07	2.52	4.07	OUT	OUT	OUT	OUT	OUT	OUT
2	S30~34 年	0.50	40	2.50	3.00	5.50	OK	OUT	OUT	OK	OUT	OUT
3	S35 年	1.00	40	4.22	2.52	4.52	OUT	OUT	OUT	OUT	OK	OUT
4	S36 年	0.50	40	2.50	3.00	5.53	OK	OK	OUT	OK	OUT	OUT
5	S37~43 年	0.50	40	2.50	3.00	5.53	OK	OK	OUT	OK	OUT	OUT
6	S43 年	0.50	40	2.03	3.00	6.73	OK	OK	OUT	OK	OUT	OUT
7	S45 年	1.50	40	4.47	2.30	4.47	OUT	OUT	OUT	OUT	OUT	OUT
8	S49 年	1.00	40	4.00	3.00	4.00	OUT	OUT	OUT	OK	OUT	OK
9	S49~54 年	0.50	40	2.80	2.82	5.12	OK	OK	OK	OK	OUT	OK
10	S51 年	1.00	40	2.54	3.04	5.54	OUT	OUT	OUT	OK	OUT	OUT

空地用の角型防火水槽については昭和 28 年から昭和 54 年のものがあり、いずれも地震時に対しては OUT（安全でない）との結果となった。

また、常時については No9（昭和 49~54 年）以外は OUT（安全でない）の結果となった。

(2) 道路用の角型防火水槽

道路用の角型防火水槽の構造検討の判定結果は表 3-8 に示すとおりです。

表 3-8 道路用の角型防火水槽の構造検討の判定結果

通 番 号	施工年度	土被り (m)	容量 (m ³)	水槽内寸法			常時 判定			地震時 判定		
				幅 (m)	高さ (m)	長さ (m)	頂版	側壁	底板	頂版	側壁	底板
11	S28 年	0.60	40	4.07	2.52	4.07	OUT	OUT	OUT	OK	OUT	OUT
12	S44 年	1.00	40	2.70	2.00	7.50	OUT	OK	OUT	OK	OK	OK
13	S46~53 年	0.50	40	2.60	2.32	6.90	OUT	OK	OK	OK	OK	OK
14	S48 年	1.00	40	2.54	3.04	5.54	OUT	OUT	OUT	OK	OUT	OUT
15	S50 年	1.00	40	2.54	3.04	5.54	OUT	OK	OUT	OK	OK	OUT
16	S54~55 年	0.50	40	2.60	2.32	6.90	OUT	OK	OK	OK	OK	OK

道路用の角型防火水槽については昭和 28 年から昭和 55 年のものがあり、常時に対してはいずれも OUT（安全でない）との結果となった。

また、地震時については昭和 28 年、昭和 48 年、昭和 50 年のもので OUT（安全でない）の結果となった。

(3) 円型防火水槽

円型防火水槽の構造検討の判定結果は表 3-9 に示すとおりです。

表 3-9 円型防火水槽の構造検討の判定結果

通 番 号	施工年度	地上状況	土被り (m)	容量 (m ³)	水槽内寸法		常時 判定		地震時 判定
					幅 (m)	高さ (m)	頂版	底板	側壁
17	S51 年	空地	1.00	40	5.11	2.02	OK	OUT	OUT
18	H2 年	空地	1.00	40	4.40	2.70	OK	OK	OK
19	H2 年	道路	1.00	40	4.40	2.70	OK	OK	OK

円型防火水槽については昭和 51 年と平成 2 年のものがあり、地震時に対しては昭和 51 年のものは OUT (安全でない) となり、平成 2 年のものは OK (安全) との結果となった。

また、常時については地震時と同様に昭和 51 年のものは OUT (安全でない) となり、平成 2 年のものは OK (安全) との結果となった。

3-4 構造検討のまとめ

(1) 空地用の角型防火水槽

空地用の角型防火水槽については昭和 28 年から昭和 54 年のものがあり、いずれも地震時に対しては OUT (安全でない) との結果となり、「平成 27 年度診断の手引き」の判定表と同様の結果となった。

また、常時については No9 (昭和 49~54 年) 以外は OUT (安全でない) の結果となったが、この結果も「平成 27 年度診断の手引き」の判定表と同様の結果と言える。

なお、No9 (昭和 49~54 年) については異形鉄筋 (D16) が使用されており、鉄筋量も補助金交付要綱より多く使用されていたことで常時の結果が OK (安全) となった。

(2) 道路用の角型防火水槽

道路用の角型防火水槽については昭和 28 年から昭和 55 年のものがあり、常時に対してはいずれも OUT (安全でない) との結果となり、「平成 27 年度診断の手引き」の判定表と同様の結果となった。

また、道路用は空地用より鉄筋量が多く入っているため、「平成 27 年度診断の手引き」にも記載されているとおり、地震時については OK (安全) となるが、昭和 28 年、昭和 48 年、昭和 50 年のもので OUT (安全でない) の結果となった。これは水槽の寸法が「平成 27 年度診断の手引き」の寸法と異なったためと思われる。昭和 28 年の水槽は水槽幅が 3.5m を超えており、昭和 48 年と昭和 50 年では水槽高さが 2.5m を越えていることが地震時に大きな影響を与え、このような結果となった。

(3) 円型防火水槽

円型防火水槽については昭和 51 年と平成 2 年のものがあり、地震時及び常時ともに昭和 51 年のものは OUT (安全でない) となり、平成 2 年のものは OK (安全) との結果となった。

この結果も「平成 27 年度診断の手引き」の判定表と同様の結果となった。

以上結果から、消防機関から報告された防火水槽 (現場打ちコンクリート造の水槽) について、角型水槽及び円型水槽とも「平成 27 年度診断の手引き」に記載された防火水槽の年代別構造・耐震性の安全性の判断基準とほぼ同じ結果となっていることが分かった。

よって、角型防火水槽や円型防火水槽とも、道路用の水槽では昭和 55 年以前のもの、空地用の水槽では昭和 56 年以前のものについて安全上問題があることが確認された。これらの防火水槽に関して詳細な調査を行い、補修・補強・更新等の対策を計画的に行っていくことが必要と思われる。

4. 既存防火水槽の現地調査

4-1 水を抜いた簡易調査

(1) 調査目的・調査方法

水を抜いた簡易調査では漏水した防火水槽や年数の経過した防火水槽において、内部の損傷度合いや劣化度を調査することにより、水槽の今後の利用方法の検討ができる。

例えば、漏水した水槽の場合は損傷箇所から補修方法の選定が出来る。

また、年数の経過した水槽の場合は劣化状況から今後の耐久性の判断の目安となり、更新するか、補修補強するかを検討する基礎データとなる。

水を抜いた簡易調査の調査方法は下記のとおりです。

①目視調査

コンクリート表面に顕在化してる劣化・損傷を調査し、その発生状況及び発生位置をスケッチ・写真撮影により記録する。

②鉄筋探査（電磁波レーダ法）

鉄筋探査器を用いて、電磁波をコンクリート内へ放射し、その電磁波がコンクリートと鉄筋・埋設管・空洞等との境界面で反射することで、その位置を推定する。

③圧縮強度推定試験（反発硬度法）

シュミットハンマーを用いてコンクリート表面を打撃し、その反発硬度から圧縮強度を推定する。この結果を用いて所定の換算式により圧縮強度を推定する。

④中性化深さ測定試験（ドリル法）

電動ドリルを用いてコンクリート表面を削孔し、削孔粉をフェノールフタレイン溶液をしみ込ませた試験紙が紅色に変色するまでの削孔深さから中性化深さを測定する。なお、中性化残りの算出については、鉄筋探査により推定した鉄筋かぶり値を使用する。

(2) 調査結果の事例

今回調査した防火水槽について、水を抜いた簡易調査の結果事例は下記のとおりです。

なお、本水槽は漏水により、水が殆ど無い状況でした。

本防火水槽の設置年度は昭和 43 年度、設置条件は空地用で容量は 40 m³です。

①目視調査

1) ひび割れ

ひび割れ調査はクラックスケールにより行い、本水槽では側壁及び頂版にひび割れ（幅 0.05～0.2mm）が、側壁には網状ひび割れ（ひび割れ幅 0.05mm）が確認された。側壁には防

水層（防水モルタル+防水塗装）が施されているが、頂版及び側壁に確認されたひび割れは概ね同じ位置であるため、側壁のひび割れはコンクリート躯体にも生じていると考えられる。

2) 防水層の劣化

防水層の調査は点検ハンマーを用いて行ない、底版の防水層の劣化（割れ）が確認された。本水槽が漏水している事から、防水層は機能しておらず、コンクリート躯体（底版付近）にひび割れ等が生じている可能性が推察される。

3) 浮き

点検ハンマーにより、頂版上面の仕上げモルタルに部分的な浮きが確認された。

②鉄筋探査（電磁波レーダ法）

鉄筋探査器を用いて行い、鉄筋探査結果およびその解析画像から、鉄筋ピッチ及び鉄筋被りが推定できる。結果は下記のとおりです。

1) 頂版内側：主筋 ピッチ 332 mm、かぶり 29mm

配力筋 ピッチ 299mm、かぶり 49mm

2) 側壁内側：主筋 ピッチ 323mm、かぶり 153mm

配力筋 ピッチ 301mm、かぶり 140mm

頂版及び側壁の主筋のピッチが 300 mm以上と、通常の鉄筋ピッチ（300 mm）に比べやや大きいことが確認された。

また頂版の主筋のかぶりも 29 mmと通常の鉄筋かぶり（40～50 mm）に比べ小さいことが確認された。さらに側壁の鉄筋被りが 140mm や 153mm と大きい事から単鉄筋の可能性がある。

③圧縮強度推定試験（反発硬度法）

シュミットハンマーを用いて行なった圧縮強度推定試験の結果は下記のとおりです。

1) 頂版：33.0N/mm²

2) 側壁：20.6N/mm²

側壁は防水層（防水モルタル+防水塗装）の上から試験を行っており、参考値となる。頂版と側壁は一体構造であることから、側壁においても頂版と同程度の強度を有しているものと推察される。現場打ちの防火水槽のコンクリート強度は、通常 21N/mm²であり、十分な強度を有していると考えられる。

④中性化深さ測定試験（ドリル法）

中性化深さ測定試験結果は下記のとおりです。

1) 頂版：中性化深さ 0.0 mm、鉄筋かぶり 29.0 mm、中性化残り 29.0 mm

頂版において中性化は確認されなかった。側壁及び底版においては防水層が施されていることから中性化は生じていないものと想定できる。

以上のことから、中性化に対する耐久性は有しているものと考えられる。

(3) 調査のまとめ

本防火水槽の調査では以下の事が確認・推定できた。

- ①水槽内部の頂版、側壁及び底版にひび割れが生じ、防水層の劣化も生じている。
- ②鉄筋ピッチが 300mm を超える大きなピッチである。
- ③側壁の鉄筋は単鉄筋である。
- ④圧縮強度は通常の強度である 21N/mm^2 以上である。
- ⑤中性化深さは 0mm であり、中性化についての耐久性は有している。

以上より、本防火水槽はコンクリートの強度及び耐久性については問題無いといえるが、鉄筋ピッチが大きいため、鉄筋量が少なく、側壁では単鉄筋であることから、引っ張り抵抗力に弱いと考えられる。何らかの外力、もしくはコンクリートの収縮などによりひび割れを生じ、漏水したと推定される。

よって、本防火水槽を維持管理する上では単に防水補修するだけでなく、外力に対して抵抗できるだけの引張りに対する補強を行った上で防水補修を行うほうがよいと判断できる。

なお、耐震性に対する安全性を検討する場合は頂版、側壁、底版の鉄筋の径と本数を調査し、構造計算を行なって判断する必要がある。

4-2 水を抜かない簡易調査

(1) 調査目的・調査方法

水を抜かない簡易調査では年数の経過した防火水槽において、その形状寸法や内部の状況を調査することにより、今後の維持管理に関する対応を検討できる。

例えば、年数の経過した防火水槽の場合は形状寸法や内面の状況から、維持管理に関して、消防水利の台帳管理と今後の防火水槽の活用を検討する上での基礎データとなる。

水を抜かない簡易調査の調査方法は下記のとおりです。

①水中ソナーによる形状測定

水中ソナーを用いて、超音波を水中へ放射し、超音波が水と密度の異なる物体との境界面で反射することで、その物体との距離を測定する。水中ソナーを水平や垂直方向に回転させることで、対象となる防火水槽の内面の形状や寸法を測定する。

②地中レーダー探査（電磁波レーダ法）

防火水槽上部から、地中レーダーを用いて、電磁波を地中へ放射し、その電磁波が地中内で電気的性質の異なる物体（鉄筋・埋設管・空洞等）との境界面で反射することで、その位置を推定する。これにより、防火水槽の外部の形状・寸法が推定できる。

③水中 ROV による TV カメラ調査

水中 ROV を用いて、防火水槽の内面のコンクリート表面に顕在化している劣化・損傷を確認し、その発生状況を写真撮影により記録することができる。

(2) 調査結果の事例

今回調査した防火水槽について、水を抜かない簡易調査の結果事例は以下のとおりです。

なお、本防火水槽は容量が 40 m³と分かっているものの、水槽の形状寸法が分からない状況でした。本防火水槽は設置年度は昭和 28 年度、設置条件は空地用で容量は 40 m³です。

① 防火水槽の断面形状推定

水中ソナーと地中レーダー探査により、防火水槽の断面形状を推定すると下記のとおりです。

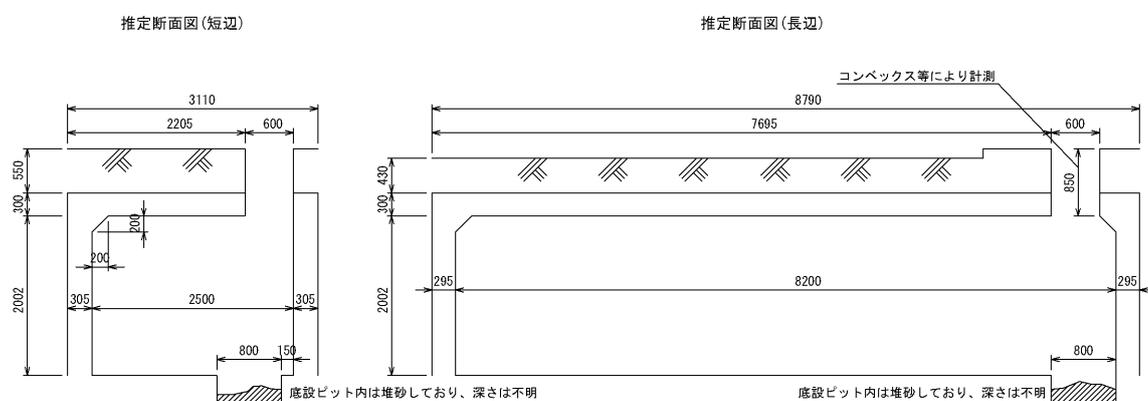


図 4-1 推定断面図

②防火水槽の内部状況

水中 ROV モニターにより確認した防火水槽の内部状況は下記に示すとおりです。

- ・頂版、側壁共に木製型枠による型枠跡が確認され、側壁にコンクリート躯体に直接防水塗装が施されていた。
- ・頂版、側壁共に特に劣化、損傷といった異常は確認されなかった。
- ・底版には堆積量は多くないが全体的に堆砂が確認された。
- ・底設ピット部には相当量の土砂が堆積しており、棒状の廃棄物も確認された。



写真4-1 側壁部の内面状況



写真4-2 底版部の内面状況

(3) 調査のまとめ

本防火水槽の調査では以下の事が確認・推定できた。

- ①防火水槽の形状寸法が内幅 2.5m、内高 2.02m、奥行き 8.2m である。
- ②防火水槽の外側の形状寸法が短辺方向 3.11m、長辺方向 8.79m で、土被りが 0.43m である。
- ③上記寸法から側壁の厚さが 30.5 cm、奥壁の厚さが 29.5 cm、頂版の厚さが 30 cm である。
- ④水槽内部の頂版部及び側壁部には損傷は見られなかった。底版部は土砂が覆われており、表面を見る事ができなかった。

以上より、本防火水槽の各部位の部材厚さが推定でき、その形状寸法が概ね判明した。

また、頂版及び側壁については内面に異常がないことが確認できた。

今回初めて、水を抜かない調査を行ったが、水中 ROV モニターによる内面調査は防火水槽の定期点検の 1 つの方法として考えられる。

なお、老朽化した防火水槽の補修補強や構造検討のための調査については水を抜いた調査が必要となる。

5. おわりに

本書は、「消防水利の基準」の改正に伴い耐震性を有する消防水利を計画的に配置することが求められたことを背景に、平成 27 年度にまとめた「既存防火水槽の簡易式強度・耐震診断の手引き（40 m³級角型防火水槽編）」を更に利用範囲を広げるため、消防関係者の面談や防火水槽のデータをいただいたことにより取りまとめたものです。

しかし、消防機関のヒアリング調査では特に年数を経過した防火水槽の維持管理の難しさ、判断基準を示した指針・マニュアル等が無いことから、経年水槽の耐震性の診断・調査だけでなく、補修・補強・更新の判断にも苦慮されていることが感じられた。

さらに、平成 30 年 1 月 25 日には消防庁より、「消防水利の整備促進強化に関する財政措置について」の事務連絡が出されている。その中で「木造密集地域消防水利重点整備事業（仮称）」に該当する消防水利の整備について、「耐震性貯水槽等の防火水槽の新設・更新・長寿命化事業」が記載されて、「充当率及び交付税措置率の引き上げ」が謳われている。このような財政措置が出される事で既存防火水槽の維持管理がさらに進んでいくと思われまます。

本書が特に年数を経過した防火水槽の維持管理について、消防関係者の一助となれば幸いです。

最後に、本書の作成にあたって多大なご協力をいただいた消防機関の関係者に深く感謝申し上げるとともに、本書を活用し既存防火水槽の維持管理を行い、消防水利の安全性が維持され、国民の財産を災害から守るためのひとつのツールとして活用されることを願うものです。

別添資料

1. 消防機関へのヒアリング集計結果

2. 既存防火水槽の構造検討結果と構造計算書
 - (1) 角型防火水槽（空地用）
 - (2) 角型防火水槽（道路用）
 - (3) 円型防火水槽

3. 既存防火水槽の現地調査結果
 - (1) 水を抜いた簡易調査結果
 - (2) 水を抜かない簡易調査結果

1. 消防機関へのヒアリング集計結果

※この調査は、下記の24の消防機関にお願いして、連絡協議会会員によるヒアリング調査又はアンケート調査により、まとめたものです。

No	消 防 機 関 名
1	檜山広域行政組合消防本部
2	仙台市消防局
3	十日町地域消防本部
4	千葉市消防局
5	横浜市消防局
6	長野市消防局
7	静岡市消防局
8	西春日井広域事務組合消防本部
	(清洲市役所)
	(北名古屋市役所)
9	岐阜市消防本部
10	津市消防本部
11	金沢市消防局
12	京都市消防局
13	田辺市消防本部
14	大阪市消防局
15	神戸市消防局
16	広島市消防局
17	松江市消防本部
18	柳井地区広域消防組合
	(周防大島町役場)
19	高松市消防局
20	徳島市消防局
21	福岡市消防局
22	島原地域広域市町村圏組合消防本部
	(島原市消防団本部)
23	鹿児島市消防局
24	那覇市消防局

ヒアリング集計結果 まとめ

1	公設・私設の防火水槽基数	公設の水槽		23,529	基
		私設の水槽		9,608	基
2	防火水槽の年代別基数	年代別の基数	S28以前	860	基
			S28～S35	703	基
			S36～S55	6,941	基
			S56～S58	1,513	基
			S59以降	10,872	基
			年代不詳	4,711	基
3	年代別の防火水槽の図面の有無	図面の有無	S28以前	有	6
			S28～S35	有	10
			S36～S55	有	14
			S56～S58	有	15
			S59以降	有	22
			年代不詳	有	4
4	防火水槽の維持管理の方法について	A	水槽内部の点検・補修 調査頻度 回/年	1	—
		B	水位低下の確認・補修 調査頻度 回/年 1～2回	23	15
			調査頻度 回/年 4回以上	5	
		C	調査点検は行っていない	0	
		D	補修費用など	—	
5	特に50年経過した防火水槽の維持管理方法	A	水槽内部の点検・補修	3	
		B	水位低下の確認・補修	20	
		C	調査点検は行っていない	0	
		D	その他	0	
6	防火水槽の耐震性の確認の有無	A	水槽の耐震性の確認あり	2	
		B	水槽の耐震性の確認無し	21	
7	防火水槽の調査の予定と調査予定基数	A	調査実施の予定あり	4	
		B	調査実施の予定無し	15	
		C	検討中	5	
		D	調査予定基数	—	
8	防火水槽の更新に関する取組	A	更新 あり	4	
		B	更新 無し	12	
		C	検討中	9	
		D	更新基数	—	
9	今後の防火水槽の維持管理に関する考えについて	A	現状の維持管理方法で行う	16	
		B	今後の維持管理方法を検討	2	
10	防火水槽の維持管理での問題点について	A	特に無し	17	
		B	有り	6	
11	防火水槽の維持管理に関しての基準、指針、手引きについて	A	特に無し	16	
		B	有り	7	
12	安全センターと連絡協議会で作成したマニュアル類や手引きの認知及び活用について	A	知らない	12	
		B	知っている	9	
		C	活用している	2	
13	その他	その他			

2. 既存防火水槽の構造検討結果と構造計算書

(1) 角型防火水槽（空地用）

(2) 角型防火水槽（道路用）

(3) 円型防火水槽

(1) 角型防火水槽 (空地用)

経年防火水槽 構造検討結果一覧

通 番 号	施 工 年 度	地 上 状 況	土 被 り (m)	容 量 (m ³)	水 槽 内 寸 法			断 面 厚 さ			配 筋 状 況			常 時 判 定			地 震 時 判 定			
					幅 (m)	高 さ (m)	長 さ (m)	頂 版 (m)	側 壁 (m)	底 板 (m)	頂 版	側 壁	底 板	頂 版	側 壁	底 板	頂 版	側 壁	底 板	頂 版
1	昭和28年	公園	0.35	40	4.07	2.52	4.07	0.22	0.22	0.22	φ13	φ13	φ9	φ13	OUT	OUT	OUT	OUT	OUT	OUT
2	昭和30~34年	空地	0.50	40	2.50	3.00	5.50	0.25	0.25	0.25	φ16	φ16	φ16	φ16	OUT	OUT	OUT	OK	OUT	OUT
3	昭和35年	公園	1.00	40	4.22	2.52	4.22	0.25	0.25	0.25	φ13	φ13	φ13	φ16	OUT	OUT	OUT	OK	OUT	OUT
4	昭和36年	空地	0.50	40	2.50	3.00	5.53	0.25	0.25	0.25	φ16	φ16	φ16	φ16	OK	OK	OUT	OUT	OUT	OUT
5	昭和37~43年	空地	0.50	40	2.50	3.00	5.53	0.25	0.25	0.25	φ16	φ16	φ16	φ16	OK	OK	OUT	OUT	OUT	OUT
6	昭和43年	空地	0.50	40	2.03	3.00	6.73	0.25	0.25	0.25	φ16	φ16	φ16	φ12	OK	OK	OUT	OUT	OUT	OUT
7	昭和45年	公園	1.50	40	4.47	2.30	4.47	0.25	0.25	0.25	φ13	φ13	φ13	φ13	OUT	OUT	OUT	OUT	OUT	OUT
8	昭和49年	空地	1.00	40	4.00	3.00	4.00	0.30	0.25	0.40	φ13	φ13	φ13	φ13	OUT	OUT	OUT	OK	OUT	OK
9	昭和49~54年	空地	0.50	40	2.80	2.82	5.12	0.25	0.25	0.30	D16	D16	D16	D16	OK	OK	OK	OK	OUT	OK
10	昭和51年	空地	1.00	40	2.54	3.04	5.54	0.23	0.23	0.23	φ16	φ16	φ13	φ9	OUT	OUT	OUT	OK	OUT	OUT

既存防火水槽 構造検討結果

〔中間ボックス部材〕

鉄筋位置	径	ピッチ	被り (mm)	種類
頂版	内側	13	150	丸鋼
	端部	13	300	丸鋼
	中央	13	300	丸鋼
底版	内側	13	150	丸鋼
	端部	13	300	丸鋼
	中央	13	300	丸鋼
左側壁	内側	9	150	丸鋼
	上側	13	150	丸鋼
	下側	13	150	丸鋼
右側壁	内側	9	150	丸鋼
	上側	13	150	丸鋼
	下側	13	150	丸鋼

常時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	8 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	100 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.36 N/mm ²
地震時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	12 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	210 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.54 N/mm ²

タイプ	A
内幅	4.070 (m)
内高	2.520 (m)
頂版厚	0.220 (m)
底版厚	0.220 (m)
側壁厚	0.220 (m)
上ハンチ	0.000 (m)
下ハンチ	0.000 (m)
製品長	1.000 (m)
取付部	L1 1.000 (m)
取付部	L2 1.000 (m)
左側壁有効長	L3 1.000 (m)
右側壁有効長	L4 1.000 (m)

圧縮鉄筋を考慮する 1
0: 考慮する、1: 考慮しない

荷重状態1		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
		kN・m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂	表節点	-20.994	41.551	8.082	5.9	275.9	0.23	OUT
	ハンチ点	-20.994	43.925	8.082	5.9	275.9	0.24	OUT
	max点	28.663	0.000	8.082	6.3	196.2	0.00	OUT
版	ハンチ点							OK
	ウラ節点							OK
底	表節点	-29.643	54.805	13.206	8.4	387.3	0.30	OUT
	ハンチ点	-29.643	57.937	13.206	8.4	387.3	0.32	OUT
	max点	35.853	0.000	13.206	7.8	243.6	0.00	OUT
版	ハンチ点							OK
	ウラ節点							OK
表側壁	上節点	-20.994	6.109	46.300	4.7	120.7	0.03	OUT
	ハンチ点	-20.994	7.090	46.300	4.7	120.7	0.04	OUT
	max点	-17.273	0.000	51.350	3.8	92.1	0.00	OK
壁	ハンチ点	-29.643	12.489	61.068	6.6	172.9	0.07	OUT
	下節点	-29.643	11.760	61.068	6.6	172.9	0.07	OUT
	上節点							OK
ウラ側壁	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK
	下節点							OK

荷重状態2		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
		kN・m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂	表節点	-20.994	41.551	8.082	5.9	275.9	0.23	OUT
	ハンチ点	-20.994	43.925	8.082	5.9	275.9	0.24	OUT
	max点	28.663	0.000	8.082	6.3	196.2	0.00	OUT
版	ハンチ点							OK
	ウラ節点							OK
底	表節点	-29.643	54.805	13.206	8.4	387.3	0.30	OUT
	ハンチ点	-29.643	57.937	13.206	8.4	387.3	0.32	OUT
	max点	35.853	0.000	13.206	7.8	243.6	0.00	OUT
版	ハンチ点							OK
	ウラ節点							OK
表側壁	上節点	-20.994	6.109	46.300	4.7	120.7	0.03	OUT
	ハンチ点	-20.994	7.090	46.300	4.7	120.7	0.04	OUT
	max点	-17.273	0.000	51.350	3.8	92.1	0.00	OK
壁	ハンチ点	-29.643	12.489	61.068	6.6	172.9	0.07	OUT
	下節点	-29.643	11.760	61.068	6.6	172.9	0.07	OUT
	上節点							OK
ウラ側壁	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK
	下節点							OK

地震時kv=0.144		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
		kN・m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂	表節点	-32.201	48.700	56.217	9.1	370.7	0.27	OUT
	ハンチ点	-32.201	51.416	56.217	9.1	370.7	0.29	OUT
	max点	27.134	0.000	42.589	6.0	165.7	0.00	OK
版	ハンチ点	-27.201	49.085	29.548	7.7	334.4	0.27	OUT
	ウラ節点	-27.201	46.369	29.548	7.7	334.4	0.26	OUT
底	表節点	-41.881	63.862	47.466	11.9	512.6	0.35	OUT
	ハンチ点	-41.881	67.445	47.466	11.9	512.6	0.37	OUT
	max点	35.567	0.000	44.081	7.8	223.9	0.00	OUT
版	ハンチ点	-36.881	65.114	40.807	10.4	452.6	0.36	OUT
	ウラ節点	-36.881	61.531	40.807	10.4	452.6	0.34	OUT
表側壁	上節点	-32.201	44.388	54.133	7.1	194.6	0.25	OK
	ハンチ点	-32.201	50.226	54.133	7.1	194.6	0.28	OK
	max点	-0.804	0.000	61.398	0.4	-2.9	0.00	OK
壁	ハンチ点	-41.881	45.132	71.028	9.3	252.8	0.25	OUT
	下節点	-41.881	42.645	71.028	9.3	252.8	0.24	OUT
	上節点	-27.201	24.828	51.801	6.0	161.0	0.14	OK
ウラ側壁	ハンチ点	-27.201	27.208	51.801	6.0	161.0	0.15	OK
	max点	-7.823	0.000	59.649	1.7	23.7	0.00	OK
	ハンチ点	-36.881	37.498	68.697	8.2	219.2	0.21	OUT
	下節点	-36.881	34.229	68.697	8.2	219.2	0.19	OUT

地震時kv=0.144		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
		kN・m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂	表節点	-28.532	36.733	65.802	8.0	309.7	0.20	OUT
	ハンチ点	-28.532	38.766	65.802	8.0	309.7	0.22	OUT
	max点	16.511	0.000	52.075	3.7	86.4	0.00	OK
版	ハンチ点	-23.532	36.435	39.133	6.7	273.2	0.20	OUT
	ウラ節点	-23.532	34.402	39.133	6.7	273.2	0.19	OUT
底	表節点	-35.903	48.079	59.485	10.2	417.1	0.27	OUT
	ハンチ点	-35.903	50.759	59.485	10.2	417.1	0.28	OUT
	max点	22.689	0.000	56.081	5.0	127.2	0.00	OK
版	ハンチ点	-30.903	48.428	52.826	8.7	357.1	0.27	OUT
	ウラ節点	-30.903	45.748	52.826	8.7	357.1	0.25	OUT
表側壁	上節点	-28.532	53.151	40.798	6.3	176.5	0.30	OK
	ハンチ点	-28.532	59.420	40.798	6.3	176.5	0.33	OK
	max点	11.035	0.000	46.560	3.1	99.7	0.00	OK
壁	ハンチ点	-35.903	55.808	53.440	7.9	220.9	0.31	OUT
	下節点	-35.903	52.017	53.440	7.9	220.9	0.29	OUT
ウラ側壁	上節点	-23.532	33.591	38.467	5.2	142.8	0.19	OK
	ハンチ点	-23.532	36.402	38.467	5.2	142.8	0.20	OK
	max点	4.284	0.000	44.704	1.0	13.1	0.00	OK
	ハンチ点	-30.903	48.173	51.109	6.8	187.3	0.27	OK
	下節点	-30.903	43.601	51.109	6.8	187.3	0.24	OK

既存防火水槽 構造検討結果 2

〔中間ボックス部材〕

鉄筋位置	径	ピッチ	種類
頂版	内側	16	丸鋼
	外側	12	丸鋼
底板	内側	16	丸鋼
	外側	12	丸鋼
左側壁	内側	16	丸鋼
	外側	16	丸鋼
右側壁	内側	16	丸鋼
	外側	16	丸鋼

常時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	8 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	100 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.36 N/mm ²
地震時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	12 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	210 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.54 N/mm ²

タイプ	A
内幅	2.500 (m)
内高	3.000 (m)
頂版厚	0.250 (m)
底板厚	0.250 (m)
側壁厚	0.250 (m)
上ハンチ	0.200 (m)
下ハンチ	0.200 (m)
製品長	1.000 (m)
頂版有効長	1.000 (m)
側壁有効長	1.000 (m)
右側壁有効長	1.000 (m)

圧縮鉄筋を考慮する 1

0: 考慮する, 1: 考慮しない

荷重状態1		曲げモーメント M kN・m/m	せん断力 S kN/m	軸力 N kN/m	圧縮 σ_c N/mm ²	引張 σ_s N/mm ²	せん断 τ N/mm ²	判定
頂版	表節点	-10.394	28.097	13.474	1.7	91.4	0.12	OK
	ハンチ点	-4.025	26.224	13.474	1.0	38.0	0.13	OK
	max点	13.215	0.000	13.474	2.1	50.8	0.00	OK
底板	ハンチ点							OK
	ウラ節点							OK
	表節点	-16.786	44.384	15.735	3.2	230.3	0.20	OUT
左側壁	ハンチ点	-6.725	41.425	15.735	2.0	107.0	0.21	OUT
	max点	20.509	0.000	15.735	3.3	80.9	0.00	OK
	ハンチ点							OK
右側壁	ウラ節点							OK
	上節点	-10.394	10.871	34.341	3.7	81.4	0.14	OK
	ハンチ点	-7.909	10.102	35.566	9.8	136.1	0.20	OUT
表側壁	max点	-1.410	0.000	42.691	0.3	-3.5	0.00	OK
	ハンチ点	-13.789	13.266	53.022	18.7	273.2	0.27	OUT
	下節点	-16.786	13.845	54.247	6.1	133.9	0.18	OUT
ウラ側壁	上節点							OK
	ハンチ点							OK
	max点							OK
ハンチ点							OK	
下節点							OK	

地震時 $k_v=0.144$		曲げモーメント M kN・m/m	せん断力 S kN/m	軸力 N kN/m	圧縮 σ_c N/mm ²	引張 σ_s N/mm ²	せん断 τ N/mm ²	判定
頂版	表節点	-24.130	34.035	58.023	3.8	175.7	0.15	OUT
	ハンチ点	-16.466	31.892	56.584	4.0	153.3	0.16	OK
	max点	5.543	0.000	47.657	0.9	7.7	0.00	OK
底板	ハンチ点	-12.019	28.108	39.681	3.0	114.2	0.14	OK
	ウラ節点	-18.927	30.251	38.243	3.0	147.6	0.13	OK
	表節点	-31.474	52.667	53.512	5.9	380.9	0.23	OUT
左側壁	ハンチ点	-19.587	49.282	53.160	5.7	295.6	0.25	OUT
	max点	13.832	0.000	51.013	2.3	39.8	0.00	OK
	ハンチ点	-15.140	45.498	49.014	4.3	211.4	0.23	OUT
右側壁	ウラ節点	-26.271	48.883	48.661	4.9	309.6	0.22	OUT
	上節点	-24.130	47.520	41.178	10.2	265.2	0.63	OUT
	ハンチ点	-13.372	44.431	42.579	19.7	300.4	0.89	OUT
表側壁	max点	17.805	0.000	51.651	3.6	105.3	0.00	OK
	ハンチ点	-21.298	44.797	62.549	32.3	499.7	0.90	OUT
	下節点	-31.474	46.856	63.951	12.9	325.5	0.62	OUT
ウラ側壁	上節点	-18.927	32.814	37.394	7.8	197.9	0.44	OK
	ハンチ点	-11.708	31.145	38.795	17.0	257.0	0.62	OUT
	max点	12.718	0.000	48.574	2.6	66.5	0.00	OK
ハンチ点	-17.178	38.378	58.765	24.6	369.6	0.77	OUT	
下節点	-26.271	40.720	60.166	10.5	258.2	0.54	OUT	

荷重状態2		曲げモーメント M kN・m/m	せん断力 S kN/m	軸力 N kN/m	圧縮 σ_c N/mm ²	引張 σ_s N/mm ²	せん断 τ N/mm ²	判定
頂版	表節点	-10.394	28.097	13.474	1.7	91.4	0.12	OK
	ハンチ点	-4.025	26.224	13.474	1.0	38.0	0.13	OK
	max点	13.215	0.000	13.474	2.1	50.8	0.00	OK
底板	ハンチ点							OK
	ウラ節点							OK
	表節点	-16.786	44.384	15.735	3.2	230.3	0.20	OUT
左側壁	ハンチ点	-6.725	41.425	15.735	2.0	107.0	0.21	OUT
	max点	20.509	0.000	15.735	3.3	80.9	0.00	OK
	ハンチ点							OK
右側壁	ウラ節点							OK
	上節点	-10.394	10.871	34.341	3.7	81.4	0.14	OK
	ハンチ点	-7.909	10.102	35.566	9.8	136.1	0.20	OUT
表側壁	max点	-1.410	0.000	42.691	0.3	-3.5	0.00	OK
	ハンチ点	-13.789	13.266	53.022	18.7	273.2	0.27	OUT
	下節点	-16.786	13.845	54.247	6.1	133.9	0.18	OUT
ウラ側壁	上節点							OK
	ハンチ点							OK
	max点							OK
ハンチ点							OK	
下節点							OK	

地震時 $k_v=0.144$		曲げモーメント M kN・m/m	せん断力 S kN/m	軸力 N kN/m	圧縮 σ_c N/mm ²	引張 σ_s N/mm ²	せん断 τ N/mm ²	判定
頂版	表節点	-26.545	25.943	70.601	4.2	184.3	0.12	OK
	ハンチ点	-20.715	24.340	69.162	5.1	195.7	0.12	OK
	max点	-3.650	0.000	60.074	0.6	0.3	0.00	OK
底板	ハンチ点	-16.269	20.555	52.259	4.0	156.6	0.10	OK
	ウラ節点	-21.342	22.159	50.821	3.4	156.1	0.10	OK
	表節点	-32.536	39.885	71.054	6.0	361.0	0.18	OUT
左側壁	ハンチ点	-23.546	37.352	70.701	6.8	340.6	0.19	OUT
	max点	2.043	0.000	68.529	0.5	-2.0	0.00	OK
	ハンチ点	-19.100	33.568	66.556	5.4	256.6	0.17	OUT
右側壁	ウラ節点	-27.333	36.100	66.203	5.0	289.8	0.16	OUT
	上節点	-26.545	59.016	31.288	11.8	319.8	0.79	OUT
	ハンチ点	-13.354	55.562	32.336	21.5	341.0	1.11	OUT
表側壁	max点	28.087	0.000	39.489	5.7	198.7	0.00	OK
	ハンチ点	-19.140	57.761	47.279	30.6	485.0	1.16	OUT
	下節点	-32.536	60.846	48.327	14.1	372.0	0.81	OUT
ウラ側壁	上節点	-21.342	44.310	27.503	9.4	252.4	0.59	OUT
	ハンチ点	-11.691	42.276	28.552	18.8	297.5	0.85	OUT
	max点	23.220	0.000	36.180	4.7	161.5	0.00	OK
ハンチ点	-15.020	51.343	43.495	22.9	354.9	1.03	OUT	
下節点	-27.333	54.710	44.543	11.7	304.6	0.73	OUT	

既存防火水槽 構造検討結果 3

〔中間ボックス部材〕

鉄筋位置	径	ピッチ	種類
内側	丸鋼		
頂版	13	200	丸鋼
外側	13	100	丸鋼
中央	13	100	丸鋼
内側	16	200	丸鋼
外側	16	100	丸鋼
中央	16	100	丸鋼
内側	13	200	丸鋼
外側	13	100	丸鋼
中央	13	100	丸鋼
内側	13	200	丸鋼
外側	13	100	丸鋼
中央	13	100	丸鋼
内側	13	200	丸鋼
外側	13	100	丸鋼
中央	13	100	丸鋼

常時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	8 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	100 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.36 N/mm ²
地震時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	12 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	210 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.54 N/mm ²

タイプ	A
内幅	4.220 (m)
内高	2.520 (m)
頂版厚	0.250 (m)
底版厚	0.250 (m)
側壁厚	0.250 (m)
上ハンチ	0.150 (m)
下ハンチ	0.150 (m)
製品長	1.000 (m)
取付初	1.000 (m)
取付末	1.000 (m)
左側壁有効長	1.000 (m)
右側壁有効長	1.000 (m)

圧縮鉄筋を考慮する 1

0 : 考慮する、1 : 考慮しない

荷重状態1		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂	表節点	-36.803	67.143	15.738	3.8	113.6	0.31	OUT
	ハンチ点	-25.843	66.297	15.738	3.8	99.0	0.32	OK
	max点	47.679	0.000	15.738	9.0	362.3	0.00	OUT
版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
底	表節点	-47.221	82.211	22.046	4.3	98.4	0.38	OUT
	ハンチ点	-33.802	81.176	22.046	4.4	87.7	0.39	OUT
	max点	56.221	0.000	22.046	9.1	286.6	0.00	OUT
版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
表側壁	上節点	-36.803	12.029	75.599	3.9	93.1	0.06	OK
	ハンチ点	-34.610	11.661	76.518	5.3	113.0	0.06	OUT
	max点	-28.327	0.000	82.275	4.3	85.8	0.00	OK
	下節点	-44.053	18.621	91.646	6.7	145.9	0.09	OUT
	上節点	-47.221	18.935	92.565	5.1	120.9	0.09	OUT
ウナ側壁	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK
	下節点							OK

荷重状態2		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂	表節点	-36.803	67.143	15.738	3.8	113.6	0.31	OUT
	ハンチ点	-25.843	66.297	15.738	3.8	99.0	0.32	OK
	max点	47.679	0.000	15.738	9.0	362.3	0.00	OUT
版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
底	表節点	-47.221	82.211	22.046	4.3	98.4	0.38	OUT
	ハンチ点	-33.802	81.176	22.046	4.4	87.7	0.39	OUT
	max点	56.221	0.000	22.046	9.1	286.6	0.00	OUT
版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
表側壁	上節点	-36.803	12.029	75.599	3.9	93.1	0.06	OK
	ハンチ点	-34.610	11.661	76.518	5.3	113.0	0.06	OUT
	max点	-28.327	0.000	82.275	4.3	85.8	0.00	OK
	ハンチ点	-44.053	18.621	91.646	6.7	145.9	0.09	OUT
	下節点	-47.221	18.935	92.565	5.1	120.9	0.09	OUT
ウナ側壁	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK
	下節点							OK

地震時 $\kappa=0.144$		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂	表節点	-53.251	78.538	85.697	5.7	142.6	0.36	OUT
	ハンチ点	-40.454	77.571	84.236	6.1	133.9	0.37	OK
	max点	47.295	0.000	63.490	9.0	322.9	0.00	OUT
版	ハンチ点	-33.253	74.117	43.613	5.0	119.1	0.35	OK
	ウナ節点	-45.531	75.084	42.152	4.8	132.6	0.34	OK
底	表節点	-64.593	95.776	62.512	6.0	127.4	0.44	OK
	ハンチ点	-48.983	94.592	62.247	6.5	120.1	0.45	OK
	max点	57.635	0.000	58.505	9.4	276.2	0.00	OUT
版	ハンチ点	-41.781	91.138	54.892	5.5	102.1	0.43	OK
	ウナ節点	-56.874	92.323	54.627	5.2	112.3	0.42	OK
表側壁	上節点	-53.251	64.593	88.212	5.7	141.8	0.30	OK
	ハンチ点	-41.367	62.567	89.263	6.3	135.9	0.30	OK
	max点	-6.315	0.000	96.426	1.0	1.7	0.00	OK
	下節点	-55.450	56.215	106.570	8.4	186.6	0.27	OK
	上節点	-64.593	56.864	107.621	6.9	171.7	0.26	OK
ウナ側壁	上節点	-45.531	34.473	84.758	4.9	118.1	0.16	OK
	ハンチ点	-39.551	33.694	85.809	6.0	129.7	0.16	OK
	max点	-17.562	0.000	93.854	2.7	39.6	0.00	OK
	ハンチ点	-49.123	43.869	103.117	7.5	162.3	0.21	OK
	下節点	-56.874	44.837	104.168	6.1	148.0	0.21	OK

地震時 $\kappa=0.144$		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂	表節点	-45.998	59.201	98.630	4.9	114.9	0.27	OK
	ハンチ点	-36.358	58.477	97.169	5.6	113.0	0.28	OK
	max点	30.230	0.000	76.277	5.8	180.0	0.00	OK
版	ハンチ点	-29.156	55.023	56.546	4.4	98.0	0.26	OK
	ウナ節点	-38.278	55.747	55.085	4.1	104.7	0.26	OK
底	表節点	-54.522	72.100	77.621	5.1	102.1	0.33	OK
	ハンチ点	-42.777	71.213	77.356	5.7	99.7	0.34	OK
	max点	37.925	0.000	73.592	6.3	165.0	0.00	OK
版	ハンチ点	-35.576	67.759	70.000	4.8	81.7	0.32	OK
	ウナ節点	-46.803	68.646	69.736	4.4	87.0	0.31	OK
表側壁	上節点	-45.998	76.032	66.440	4.9	125.8	0.35	OK
	ハンチ点	-32.238	73.845	67.226	4.9	106.7	0.35	OK
	max点	11.519	0.000	72.908	2.1	39.4	0.00	OK
	ハンチ点	-43.276	67.410	80.176	6.5	146.7	0.32	OK
	下節点	-54.522	68.405	80.963	5.8	148.3	0.31	OK
ウナ側壁	上節点	-38.278	45.912	62.986	4.1	102.0	0.21	OK
	ハンチ点	-30.423	44.972	63.772	4.6	100.6	0.21	OK
	max点	0.689	0.000	70.136	0.4	-3.2	0.00	OK
	ハンチ点	-36.949	55.065	76.722	5.6	122.4	0.26	OK
	下節点	-46.803	56.378	77.509	5.0	124.6	0.26	OK

鉄筋位置	径	ピッチ	種類
頂版	内側	300	丸鋼
	端部	300	丸鋼
	外側	300	丸鋼
	中央	300	丸鋼
底版	内側	300	丸鋼
	端部	300	丸鋼
	外側	300	丸鋼
	中央	300	丸鋼
左側壁	内側	300	丸鋼
	上側	150	丸鋼
	下側	150	丸鋼
右側壁	内側	300	丸鋼
	上側	150	丸鋼
	下側	150	丸鋼

常時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	8 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	100 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.36 N/mm ²
地震時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	12 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	210 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.54 N/mm ²

タイプ	A
内幅	2,500 (mm)
内高	3,000 (mm)
頂版厚	0,250 (mm)
底版厚	0,250 (mm)
側壁厚	0,250 (mm)
上ハラン厚	0,200 (mm)
下ハラン厚	0,200 (mm)
製品長	1,000 (mm)
取付片長	1,000 (mm)
取付片厚	1,000 (mm)
左側壁有効長	1,000 (mm)
右側壁有効長	1,000 (mm)

圧縮鉄筋を考慮する 1

0 : 考慮する、1 : 考慮しない

荷重状態1		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂	表節点	-10.394	28.097	13.474	1.6	78.2	0.12	OK
	ハンチ点	-4.025	26.224	13.474	0.9	32.7	0.13	OK
	max点	13.215	0.000	13.474	2.7	97.5	0.00	OK
版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
底	表節点	-16.786	44.384	15.735	2.5	133.4	0.20	OUT
	ハンチ点	-6.725	41.425	15.735	1.6	62.7	0.21	OK
	max点	20.509	0.000	15.735	4.2	155.5	0.00	OUT
版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
表側壁	上節点	-10.394	10.871	34.341	1.1	20.6	0.05	OK
	ハンチ点	-7.909	10.102	35.566	1.3	20.6	0.05	OK
	max点	-1.410	0.000	42.691	0.3	-1.2	0.00	OK
側壁	ハンチ点	-13.789	13.266	53.022	2.3	38.9	0.07	OK
	下節点	-16.786	13.845	54.247	1.7	33.7	0.06	OK
	上節点							OK
ウナ側壁	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK
	下節点							OK

荷重状態2		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂	表節点	-10.394	28.097	13.474	1.6	78.2	0.12	OK
	ハンチ点	-4.025	26.224	13.474	0.9	32.7	0.13	OK
	max点	13.215	0.000	13.474	2.7	97.5	0.00	OK
版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
底	表節点	-16.786	44.384	15.735	2.5	133.4	0.20	OUT
	ハンチ点	-6.725	41.425	15.735	1.6	62.7	0.21	OK
	max点	20.509	0.000	15.735	4.2	155.5	0.00	OUT
版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
表側壁	上節点	-10.394	10.871	34.341	1.1	20.6	0.05	OK
	ハンチ点	-7.909	10.102	35.566	1.3	20.6	0.05	OK
	max点	-1.410	0.000	42.691	0.3	-1.2	0.00	OK
側壁	ハンチ点	-13.789	13.266	53.022	2.3	38.9	0.07	OK
	下節点	-16.786	13.845	54.247	1.7	33.7	0.06	OK
	上節点							OK
ウナ側壁	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK
	下節点							OK

地震時kv=0.144		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂	表節点	-24.130	34.035	58.023	3.6	151.0	0.15	OUT
	ハンチ点	-16.466	31.892	56.584	3.8	132.1	0.16	OK
	max点	5.543	0.000	47.657	1.0	12.3	0.00	OK
版	ハンチ点	-12.019	28.108	39.681	2.8	98.3	0.14	OK
	ウナ節点	-18.927	30.251	38.243	2.8	126.7	0.13	OK
底	表節点	-31.474	52.667	53.512	4.7	222.2	0.23	OUT
	ハンチ点	-19.587	49.282	53.160	4.6	173.7	0.25	OK
	max点	13.832	0.000	51.013	2.8	73.7	0.00	OK
版	ハンチ点	-15.140	45.498	49.014	3.5	125.0	0.23	OK
	ウナ節点	-26.271	48.883	48.661	3.9	180.9	0.22	OK
表側壁	上節点	-24.130	47.520	41.178	2.4	60.8	0.21	OK
	ハンチ点	-13.372	44.431	42.579	2.2	40.8	0.22	OK
	max点	17.805	0.000	51.651	4.2	154.0	0.00	OK
側壁	ハンチ点	-21.298	44.797	62.549	3.5	66.9	0.22	OK
	下節点	-31.474	46.856	63.951	3.2	75.7	0.21	OK
	上節点	-18.927	32.814	37.394	1.9	45.9	0.15	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-11.708	31.145	38.795	1.9	35.2	0.16	OK
	max点	12.718	0.000	48.574	2.9	96.4	0.00	OK
	ハンチ点	-17.178	38.378	58.765	2.8	51.0	0.19	OK
	下節点	-26.271	40.720	60.166	2.7	60.9	0.18	OK

地震時kv=0.144		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂	表節点	-26.545	25.943	70.601	3.9	158.6	0.12	OK
	ハンチ点	-20.715	24.340	69.162	4.8	168.5	0.12	OK
	max点	-3.650	0.000	60.074	0.6	0.3	0.00	OK
版	ハンチ点	-16.269	20.555	52.259	3.8	134.8	0.10	OK
	ウナ節点	-21.342	22.159	50.821	3.2	134.1	0.10	OK
底	表節点	-32.536	39.885	71.054	4.8	211.7	0.18	OUT
	ハンチ点	-23.546	37.352	70.701	5.5	200.8	0.19	OK
	max点	-2.043	0.000	68.529	0.5	-2.2	0.00	OK
版	ハンチ点	-19.100	33.568	66.556	4.4	152.2	0.17	OK
	ウナ節点	-27.333	36.100	66.203	4.0	170.5	0.16	OK
表側壁	上節点	-26.545	59.016	31.288	2.7	71.8	0.26	OK
	ハンチ点	-13.354	55.562	32.336	2.2	44.4	0.28	OK
	max点	28.087	0.000	39.459	6.7	293.5	0.00	OUT
側壁	ハンチ点	-19.140	57.761	47.279	3.1	63.3	0.29	OK
	下節点	-32.536	60.846	48.327	3.3	84.4	0.27	OK
	上節点	-21.342	44.310	27.503	2.1	56.9	0.20	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-11.691	42.276	28.552	1.9	38.8	0.21	OK
	max点	23.220	0.000	36.180	5.5	238.3	0.00	OUT
	ハンチ点	-15.020	51.343	43.495	2.4	47.4	0.26	OK
	下節点	-27.333	54.710	44.543	2.8	69.6	0.24	OK

鉄筋位置	径	ピッチ	種類
頂版	内側	300	丸鋼
	端部	300	丸鋼
	外側	300	丸鋼
	中央	300	丸鋼
底版	内側	300	丸鋼
	端部	300	丸鋼
	外側	300	丸鋼
	中央	300	丸鋼
左側壁	内側	300	丸鋼
	上側	150	丸鋼
	下側	150	丸鋼
右側壁	内側	300	丸鋼
	上側	150	丸鋼
	下側	150	丸鋼

常時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	8 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	100 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.36 N/mm ²
地震時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	12 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	210 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.54 N/mm ²

タイプ	A
内幅	2,500 (mm)
内高	3,000 (mm)
頂版厚	0.250 (m)
底版厚	0.250 (m)
側壁厚	0.250 (m)
上ハラン厚	0.200 (m)
下ハラン厚	0.200 (m)
製品長	1,000 (mm)
取付片長	1,000 (mm)
取付片厚	1,000 (mm)
左側壁有効長	1,000 (mm)
右側壁有効長	1,000 (mm)

圧縮鉄筋を考慮する 1

0 : 考慮する、1 : 考慮しない

荷重状態1		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂版	表節点	-10.394	28.097	13.474	1.7	91.4	0.12	OK
	ハンチ点	-4.025	26.224	13.474	1.0	38.0	0.13	OK
	max点	13.215	0.000	13.474	2.7	97.5	0.00	OK
底版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
左側壁	表節点	-16.786	44.384	15.735	2.7	155.9	0.20	OUT
	ハンチ点	-6.725	41.425	15.735	1.7	73.0	0.21	OK
	max点	20.509	0.000	15.735	4.2	155.5	0.00	OUT
右側壁	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
表側壁	上節点	-10.394	10.871	34.341	1.1	20.6	0.05	OK
	ハンチ点	-7.909	10.102	35.566	1.3	20.6	0.05	OK
	max点	-1.410	0.000	42.691	0.3	-1.2	0.00	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-13.789	13.266	53.022	2.3	38.9	0.07	OK
	下節点	-16.786	13.845	54.247	1.7	33.7	0.06	OK
	上節点							OK
	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK
	下節点							OK

荷重状態2		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂版	表節点	-10.394	28.097	13.474	1.7	91.4	0.12	OK
	ハンチ点	-4.025	26.224	13.474	1.0	38.0	0.13	OK
	max点	13.215	0.000	13.474	2.7	97.5	0.00	OK
底版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
表側壁	表節点	-16.786	44.384	15.735	2.7	155.9	0.20	OUT
	ハンチ点	-6.725	41.425	15.735	1.7	73.0	0.21	OK
	max点	20.509	0.000	15.735	4.2	155.5	0.00	OUT
ウナ側壁	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
表側壁	上節点	-10.394	10.871	34.341	1.1	20.6	0.05	OK
	ハンチ点	-7.909	10.102	35.566	1.3	20.6	0.05	OK
	max点	-1.410	0.000	42.691	0.3	-1.2	0.00	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-13.789	13.266	53.022	2.3	38.9	0.07	OK
	下節点	-16.786	13.845	54.247	1.7	33.7	0.06	OK
	上節点							OK
	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK
	下節点							OK

地震時 $\kappa=0.144$		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂版	表節点	-24.130	34.035	58.023	3.8	175.7	0.15	OUT
	ハンチ点	-16.466	31.892	56.584	4.0	153.3	0.16	OK
	max点	5.543	0.000	47.657	1.0	12.3	0.00	OK
底版	ハンチ点	-12.019	28.108	39.681	3.0	114.2	0.14	OK
	ウナ節点	-18.927	30.251	38.243	3.0	147.6	0.13	OK
表側壁	表節点	-31.474	52.667	53.512	5.0	259.1	0.23	OUT
	ハンチ点	-19.587	49.282	53.160	4.9	202.2	0.25	OK
	max点	13.832	0.000	51.013	2.8	73.7	0.00	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-15.140	45.498	49.014	3.7	145.2	0.23	OK
	ウナ節点	-26.271	48.883	48.661	4.2	210.8	0.22	OUT
表側壁	上節点	-13.372	44.431	42.579	2.2	40.8	0.22	OK
	ハンチ点	17.805	0.000	51.651	5.5	306.5	0.00	OUT
	max点	-21.298	44.797	62.549	3.5	66.9	0.22	OK
ウナ側壁	下節点	-31.474	46.856	63.951	3.2	75.7	0.21	OK
	上節点	-18.927	32.814	37.394	1.9	45.9	0.15	OK
	ハンチ点	-11.708	31.145	38.795	1.9	35.2	0.16	OK
	max点	12.718	0.000	48.574	3.8	189.1	0.00	OK
	ハンチ点	-17.178	38.378	58.765	2.8	51.0	0.19	OK
	下節点	-26.271	40.720	60.166	2.7	60.9	0.18	OK

地震時 $\kappa=0.144$		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂版	表節点	-26.545	25.943	70.601	4.2	184.3	0.12	OK
	ハンチ点	-20.715	24.340	69.162	5.1	195.7	0.12	OK
	max点	-3.650	0.000	60.074	0.6	0.3	0.00	OK
底版	ハンチ点	-16.269	20.555	52.259	4.0	156.6	0.10	OK
	ウナ節点	-21.342	22.159	50.821	3.4	156.1	0.10	OK
表側壁	表節点	-32.536	39.885	71.054	5.2	246.5	0.18	OUT
	ハンチ点	-23.546	37.352	70.701	5.8	233.5	0.19	OUT
	max点	2.043	0.000	68.529	0.5	-2.2	0.00	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-19.100	33.568	66.556	4.7	176.6	0.17	OK
	ウナ節点	-27.333	36.100	66.203	4.3	198.4	0.16	OK
表側壁	上節点	-26.545	59.016	31.288	2.7	71.8	0.26	OK
	ハンチ点	-13.354	55.562	32.336	2.2	44.4	0.28	OK
	max点	28.087	0.000	39.459	9.0	594.0	0.00	OUT
ウナ側壁	ハンチ点	-19.140	57.761	47.279	3.1	63.3	0.29	OK
	下節点	-32.536	60.846	48.327	3.3	84.4	0.27	OK
	上節点	-21.342	44.310	27.503	2.1	56.9	0.20	OK
	ハンチ点	-11.691	42.276	28.552	1.9	38.8	0.21	OK
	max点	23.220	0.000	36.180	7.4	481.7	0.00	OUT
	ハンチ点	-15.020	51.343	43.495	2.4	47.4	0.26	OK
	下節点	-27.333	54.710	44.543	2.8	69.6	0.24	OK

既存防火水槽 構造検討結果 6

〔中間ボックス部材〕

鉄筋位置	径	ピッチ	種類
頂版	内側	300	丸鋼
	端部	300	丸鋼
	外側	300	丸鋼
	中央	300	丸鋼
底版	内側	300	丸鋼
	端部	300	丸鋼
	外側	300	丸鋼
	中央	300	丸鋼
左側壁	内側	300	丸鋼
	上側	150	丸鋼
	下側	150	丸鋼
右側壁	内側	300	丸鋼
	上側	150	丸鋼
	下側	150	丸鋼

常時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	8 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	100 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.36 N/mm ²
地震時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	12 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	210 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.54 N/mm ²

タイプ	A
内幅	2,030 (mm)
内高	3,000 (mm)
頂版厚	0,250 (mm)
底版厚	0,250 (mm)
側壁厚	0,250 (mm)
上ハンチ	0,200 (mm)
下ハンチ	0,200 (mm)
製品長	1,000 (mm)
取付片初	L1 1,000 (mm)
取付片末	L2 1,000 (mm)
左側壁有効長	L3 1,000 (mm)
右側壁有効長	L4 1,000 (mm)

圧縮鉄筋を考慮する 1

0 : 考慮する、1 : 考慮しない

荷重状態1		曲げモーメント M kN・m/m	せん断力 S kN/m	軸力 N kN/m	圧縮 σ_c N/mm ²	引張 σ_s N/mm ²	せん断 τ N/mm ²	判定
頂	表節点	-8.193	22.228	13.917	1.3	67.5	0.10	OK
	ハンチ点	-2.998	20.355	13.917	0.7	23.0	0.10	OK
	max点	8.036	0.000	13.917	1.6	54.8	0.00	OK
版	ハンチ点							OK
	ウラ節点							OK
底	表節点	-13.146	37.769	15.292	2.1	118.0	0.17	OUT
	ハンチ点	-4.319	34.586	15.292	1.1	39.6	0.17	OK
	max点	14.430	0.000	15.292	2.9	106.0	0.00	OUT
版	ハンチ点							OK
	ウラ節点							OK
表側壁	上節点	-8.193	11.314	28.472	1.0	26.1	0.05	OK
	ハンチ点	-5.619	10.544	29.697	1.1	21.3	0.05	OK
	max点	1.405	0.000	37.116	0.3	-1.0	0.00	OK
側壁	ハンチ点	-10.237	12.823	47.153	2.0	43.1	0.06	OK
	下節点	-13.146	13.402	48.378	1.6	40.3	0.06	OK
	上節点							OK
ウラ側壁	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK
	下節点							OK

地震時 $\kappa=0.144$		曲げモーメント M kN・m/m	せん断力 S kN/m	軸力 N kN/m	圧縮 σ_c N/mm ²	引張 σ_s N/mm ²	せん断 τ N/mm ²	判定
頂	表節点	-21.325	27.395	54.029	3.3	151.6	0.12	OUT
	ハンチ点	-14.989	25.252	52.590	3.7	138.1	0.13	OK
	max点	-0.450	0.000	45.334	0.2	-2.2	0.00	OK
版	ハンチ点	-11.320	21.320	39.068	2.8	104.8	0.11	OK
	ウラ節点	-16.842	23.462	37.629	2.7	126.5	0.10	OK
底	表節点	-27.161	45.173	51.142	4.3	216.9	0.20	OUT
	ハンチ点	-16.670	41.532	50.789	4.1	164.3	0.21	OK
	max点	6.666	0.000	49.059	1.3	19.2	0.00	OK
版	ハンチ点	-12.974	37.600	47.472	3.2	116.8	0.19	OK
	ウラ節点	-22.678	41.241	47.120	3.6	175.1	0.18	OK
表側壁	上節点	-21.325	44.559	34.537	2.6	92.7	0.20	OK
	ハンチ点	-11.281	41.762	35.939	2.2	57.8	0.21	OK
	max点	18.662	0.000	45.189	5.8	344.6	0.00	OUT
側壁	ハンチ点	-17.465	42.374	55.909	3.4	89.3	0.21	OK
	下節点	-27.161	44.432	57.310	3.3	109.4	0.20	OK
	上節点	-16.842	32.367	30.605	2.1	71.0	0.14	OK
ウラ側壁	ハンチ点	-9.734	30.747	32.007	1.9	49.2	0.15	OK
	max点	14.671	0.000	41.905	4.5	254.3	0.00	OUT
	ハンチ点	-13.880	37.052	51.977	2.7	66.1	0.19	OK
	下節点	-22.678	39.344	53.378	2.8	87.9	0.17	OK

荷重状態2		曲げモーメント M kN・m/m	せん断力 S kN/m	軸力 N kN/m	圧縮 σ_c N/mm ²	引張 σ_s N/mm ²	せん断 τ N/mm ²	判定
頂	表節点	-8.193	22.228	13.917	1.3	67.5	0.10	OK
	ハンチ点	-2.998	20.355	13.917	0.7	23.0	0.10	OK
	max点	8.036	0.000	13.917	1.6	54.8	0.00	OK
版	ハンチ点							OK
	ウラ節点							OK
底	表節点	-13.146	37.769	15.292	2.1	118.0	0.17	OUT
	ハンチ点	-4.319	34.586	15.292	1.1	39.6	0.17	OK
	max点	14.430	0.000	15.292	2.9	106.0	0.00	OUT
版	ハンチ点							OK
	ウラ節点							OK
表側壁	上節点	-8.193	11.314	28.472	1.0	26.1	0.05	OK
	ハンチ点	-5.619	10.544	29.697	1.1	21.3	0.05	OK
	max点	1.405	0.000	37.116	0.3	-1.0	0.00	OK
側壁	ハンチ点	-10.237	12.823	47.153	2.0	43.1	0.06	OK
	下節点	-13.146	13.402	48.378	1.6	40.3	0.06	OK
	上節点							OK
ウラ側壁	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK
	下節点							OK

地震時 $\kappa=0.144$		曲げモーメント M kN・m/m	せん断力 S kN/m	軸力 N kN/m	圧縮 σ_c N/mm ²	引張 σ_s N/mm ²	せん断 τ N/mm ²	判定
頂	表節点	-24.820	20.993	66.458	3.9	171.7	0.09	OK
	ハンチ点	-19.980	19.390	65.020	4.9	191.1	0.10	OK
	max点	-8.597	0.000	57.597	1.9	44.3	0.00	OK
版	ハンチ点	-16.284	15.458	51.497	4.0	157.8	0.08	OK
	ウラ節点	-20.338	17.061	50.058	3.2	146.5	0.08	OK
底	表節点	-29.786	34.296	68.831	4.7	220.6	0.15	OUT
	ハンチ点	-21.837	31.572	68.479	5.4	212.5	0.16	OUT
	max点	-3.887	0.000	66.725	0.6	-0.6	0.00	OK
版	ハンチ点	-18.141	27.639	65.162	4.4	165.0	0.14	OK
	ウラ節点	-25.304	30.364	64.809	4.0	179.0	0.13	OK
表側壁	上節点	-24.820	55.906	26.338	3.1	117.0	0.25	OK
	ハンチ点	-12.373	52.745	27.336	2.4	71.5	0.26	OK
	max点	27.693	0.000	34.644	8.9	597.1	0.00	OUT
側壁	ハンチ点	-16.840	55.487	42.329	3.3	93.9	0.28	OK
	下節点	-29.786	58.570	43.377	3.7	132.7	0.26	OK
	上節点	-20.338	43.714	22.406	2.5	95.4	0.19	OK
ウラ側壁	ハンチ点	-10.826	41.729	23.454	2.1	62.9	0.21	OK
	max点	23.872	0.000	31.132	7.6	511.4	0.00	OUT
	ハンチ点	-13.256	50.165	38.397	2.6	70.5	0.25	OK
	下節点	-25.304	53.482	39.445	3.1	111.0	0.24	OK

既存防火水槽 構造検討結果 7

〔中間ボックス部材〕

鉄筋位置	径	ピッチ	種類
内側	丸鋼	(mm)	
頂版	13	200	丸鋼
外側	13	100	丸鋼
中央	13	100	丸鋼
内側	16	200	丸鋼
外側	16	100	丸鋼
中央	16	100	丸鋼
内側	13	300	丸鋼
外側	13	100	丸鋼
上側	13	100	丸鋼
下側	13	100	丸鋼
内側	13	300	丸鋼
外側	13	100	丸鋼
上側	13	100	丸鋼
下側	13	100	丸鋼

常時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	8 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	100 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.36 N/mm ²
地震時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	12 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	210 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.54 N/mm ²

タイプ	A
内幅	4.470 (m)
内高	2.300 (m)
頂版厚	0.250 (m)
底版厚	0.250 (m)
側壁厚	0.250 (m)
上ハンチ	0.150 (m)
下ハンチ	0.150 (m)
製品長	1.000 (m)
取付片長	1.000 (m)
取付片厚	1.000 (m)
左側壁有効長	1.000 (m)
右側壁有効長	1.000 (m)

圧縮鉄筋を考慮する 1

0 : 考慮する、1 : 考慮しない

荷重状態1		曲げモーメント	せん断力	軸力	圧縮	引張	せん断	判定
		M	S	N	σ_c	σ_s	τ	
		kn・m/m	kn/m	kn/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂	表節点	-53.694	90.044	19.614	5.6	167.0	0.41	OUT
	ハンチ点	-39.067	88.977	19.614	5.8	151.2	0.42	OUT
	max点	65.147	0.000	19.614	12.3	496.4	0.00	OUT
版	ハンチ点							OK
	ウラ節点							OK
底	表節点	-64.066	104.008	26.719	5.8	134.3	0.48	OUT
	ハンチ点	-47.171	102.776	26.719	6.1	123.3	0.49	OUT
	max点	73.206	0.000	26.719	11.9	374.1	0.00	OUT
版	ハンチ点							OK
	ウラ節点							OK
表	上節点	-53.694	14.799	100.713	5.7	139.0	0.07	OUT
側	ハンチ点	-50.970	14.320	101.632	7.7	170.3	0.07	OUT
壁	max点	-43.599	0.000	107.073	6.6	138.7	0.00	OUT
	ハンチ点	-60.249	22.020	115.413	9.1	202.9	0.10	OUT
	下節点	-64.066	22.450	116.332	6.8	167.1	0.10	OUT
	上節点							OK
ウ	ハンチ点							OK
ラ	max点							OK
側	ハンチ点							OK
壁	下節点							OK

地震時 $\kappa=0.144$		曲げモーメント	せん断力	軸力	圧縮	引張	せん断	判定
		M	S	N	σ_c	σ_s	τ	
		kn・m/m	kn/m	kn/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂	表節点	-72.584	104.858	104.758	7.7	198.5	0.48	OUT
	ハンチ点	-55.573	103.637	102.914	8.4	188.4	0.49	OK
	max点	67.767	0.000	75.287	12.9	474.5	0.00	OUT
版	ハンチ点	-47.410	99.943	48.590	7.1	174.6	0.48	OK
	ウラ節点	-63.866	101.164	46.747	6.7	190.3	0.46	OK
底	表節点	-83.669	120.833	67.399	7.7	168.1	0.55	OUT
	ハンチ点	-64.064	119.423	67.135	8.4	160.3	0.57	OUT
	max点	77.758	0.000	63.178	12.7	380.3	0.00	OUT
版	ハンチ点	-55.900	115.729	59.338	7.3	139.7	0.55	OUT
	ウラ節点	-74.951	117.139	59.073	6.9	150.8	0.54	OK
表	上節点	-72.584	75.662	117.063	7.7	194.3	0.35	OK
側	ハンチ点	-58.215	72.899	118.114	8.8	193.8	0.35	OK
壁	max点	-21.471	0.000	124.457	3.4	45.5	0.00	OK
	ハンチ点	-73.733	62.126	133.879	11.1	250.9	0.30	OUT
	下節点	-83.669	62.738	134.931	8.9	224.0	0.29	OUT
	上節点	-63.866	37.336	113.369	6.8	167.5	0.17	OK
ウ	ハンチ点	-57.274	36.383	114.420	8.7	191.3	0.17	OK
ラ	max点	-35.536	0.000	121.720	5.5	101.5	0.00	OK
側	ハンチ点	-66.604	46.613	130.185	10.1	223.4	0.22	OUT
壁	下節点	-74.951	47.735	131.237	8.0	197.1	0.22	OK

荷重状態2		曲げモーメント	せん断力	軸力	圧縮	引張	せん断	判定
		M	S	N	σ_c	σ_s	τ	
		kn・m/m	kn/m	kn/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂	表節点	-53.694	90.044	19.614	5.6	167.0	0.41	OUT
	ハンチ点	-39.067	88.977	19.614	5.8	151.2	0.42	OUT
	max点	65.147	0.000	19.614	12.3	496.4	0.00	OUT
版	ハンチ点							OK
	ウラ節点							OK
底	表節点	-64.066	104.008	26.719	5.8	134.3	0.48	OUT
	ハンチ点	-47.171	102.776	26.719	6.1	123.3	0.49	OUT
	max点	73.206	0.000	26.719	11.9	374.1	0.00	OUT
版	ハンチ点							OK
	ウラ節点							OK
表	上節点	-53.694	14.799	100.713	5.7	139.0	0.07	OUT
側	ハンチ点	-50.970	14.320	101.632	7.7	170.3	0.07	OUT
壁	max点	-43.599	0.000	107.073	6.6	138.7	0.00	OUT
	ハンチ点	-60.249	22.020	115.413	9.1	202.9	0.10	OUT
	下節点	-64.066	22.450	116.332	6.8	167.1	0.10	OUT
	上節点							OK
ウ	ハンチ点							OK
ラ	max点							OK
側	ハンチ点							OK
壁	下節点							OK

地震時 $\kappa=0.144$		曲げモーメント	せん断力	軸力	圧縮	引張	せん断	判定
		M	S	N	σ_c	σ_s	τ	
		kn・m/m	kn/m	kn/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂	表節点	-60.219	78.925	118.639	6.4	154.0	0.36	OK
	ハンチ点	-47.421	78.012	116.796	7.2	150.8	0.37	OK
	max点	45.915	0.000	89.013	8.7	293.1	0.00	OUT
版	ハンチ点	-39.257	74.318	62.472	5.9	136.7	0.35	OK
	ウラ節点	-51.501	75.231	60.629	5.4	145.5	0.34	OK
底	表節点	-68.445	90.878	82.606	6.3	131.4	0.42	OK
	ハンチ点	-53.705	89.823	82.342	7.1	128.5	0.43	OK
	max点	53.459	0.000	78.366	8.8	244.6	0.00	OUT
版	ハンチ点	-45.542	86.129	74.545	6.1	107.9	0.41	OK
	ウラ節点	-59.727	87.184	74.280	5.5	114.2	0.40	OK
表	上節点	-60.219	87.639	88.057	6.4	164.3	0.40	OK
側	ハンチ点	-43.851	84.674	88.844	6.6	146.0	0.40	OK
壁	max点	0.997	0.000	93.859	0.5	-4.4	0.00	OK
	ハンチ点	-56.401	73.166	100.641	8.5	192.6	0.35	OK
	下節点	-68.445	74.147	101.427	7.3	186.3	0.34	OK
ウ	ハンチ点	-51.501	49.312	84.363	5.5	137.4	0.23	OK
ラ	max点	-42.910	48.158	85.150	6.5	143.5	0.23	OK
側	ハンチ点	-12.593	0.000	90.907	2.0	21.7	0.00	OK
壁	ハンチ点	-49.272	57.653	96.947	7.5	165.1	0.27	OK
	下節点	-59.727	59.144	97.733	6.4	159.4	0.27	OK

鉄筋位置	径	ピッチ	種類
内側	丸鋼	(mm)	
頂版	13	120	丸鋼
外側	13	120	丸鋼
底版	13	120	丸鋼
左側壁	13	240	丸鋼
右側壁	13	240	丸鋼

常時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	8 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	100 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.36 N/mm ²
地震時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	12 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	210 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.54 N/mm ²

タイプ	A
内幅	4.000 (m)
内高	3.000 (m)
頂版厚	0.300 (m)
底版厚	0.400 (m)
側壁厚	0.250 (m)
上ハンチ	0.000 (m)
下ハンチ	0.000 (m)
製品長	1.000 (m)
底版厚初	1.000 (m)
側壁厚初	1.000 (m)
左側壁有効長	1.000 (m)
右側壁有効長	1.000 (m)

圧縮鉄筋を考慮する 1

0: 考慮する, 1: 考慮しない

荷重状態1		曲げモーメント	せん断力	軸力	圧縮	引張	せん断	判定
		M	S	N	σ_c	σ_s	τ	
		kN・m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂版	表節点	-31.172	64.843	25.901	3.5	109.0	0.25	OUT
	ハンチ点	-31.172	70.100	25.901	3.5	109.0	0.27	OUT
	max点	47.965	0.000	25.901	5.3	173.7	0.00	OUT
底版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
左側壁	表節点	-23.616	80.471	19.613	2.1	70.5	0.22	OK
	ハンチ点	-23.616	89.412	19.613	2.1	70.5	0.31	OK
	max点	77.322	0.000	19.613	5.0	203.9	0.00	OUT
右側壁	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
表側壁	上節点	-31.172	21.763	74.481	6.3	223.4	0.10	OUT
	ハンチ点	-31.172	24.011	74.481	6.3	223.4	0.11	OUT
	max点	-8.214	0.000	85.561	1.4	13.2	0.00	OK
下側壁	ハンチ点	-23.616	17.195	95.000	4.7	136.0	0.08	OUT
	上節点	-23.616	15.665	95.000	4.7	136.0	0.07	OUT
ウナ側壁	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK
	下節点							OK

地震時 $\kappa=0.144$		曲げモーメント	せん断力	軸力	圧縮	引張	せん断	判定
		M	S	N	σ_c	σ_s	τ	
		kN・m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂版	表節点	-56.281	77.251	100.122	6.4	174.4	0.30	OUT
	ハンチ点	-56.281	83.266	100.122	6.4	174.4	0.32	OK
	max点	40.896	0.000	77.898	4.6	124.6	0.00	OK
底版	ハンチ点	-43.227	77.123	57.220	4.9	142.1	0.30	OK
	ウナ節点	-43.227	71.108	57.220	4.9	142.1	0.27	OK
左側壁	表節点	-55.697	95.130	75.135	5.0	150.8	0.33	OK
	ハンチ点	-55.697	105.359	75.135	5.0	150.8	0.36	OK
	max点	66.395	0.000	68.968	4.4	153.5	0.00	OK
右側壁	ハンチ点	-42.643	99.216	63.140	3.8	112.5	0.34	OK
	ウナ節点	-42.643	88.987	63.140	3.8	112.5	0.31	OK
表側壁	上節点	-56.281	80.165	88.278	11.4	444.9	0.38	OUT
	ハンチ点	-56.281	90.927	88.278	11.4	444.9	0.43	OUT
	max点	17.739	0.000	99.224	3.5	79.9	0.00	OK
下側壁	ハンチ点	-55.697	68.821	111.752	11.3	418.3	0.33	OUT
	上節点	-55.697	64.608	111.752	11.3	418.3	0.31	OUT
ウナ側壁	上節点	-43.227	48.757	82.135	8.8	328.7	0.23	OUT
	ハンチ点	-43.227	53.405	82.135	8.8	328.7	0.25	OUT
	max点	7.508	0.000	94.211	1.3	6.8	0.00	OK
	ハンチ点	-42.643	54.899	105.608	8.7	302.4	0.26	OUT
	下節点	-42.643	49.816	105.608	8.7	302.4	0.24	OUT

荷重状態2		曲げモーメント	せん断力	軸力	圧縮	引張	せん断	判定
		M	S	N	σ_c	σ_s	τ	
		kN・m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂版	表節点	-31.172	64.843	25.901	3.5	109.0	0.25	OUT
	ハンチ点	-31.172	70.100	25.901	3.5	109.0	0.27	OUT
	max点	47.965	0.000	25.901	5.3	173.7	0.00	OUT
底版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
左側壁	表節点	-23.616	80.471	19.613	2.1	70.5	0.22	OK
	ハンチ点	-23.616	89.412	19.613	2.1	70.5	0.31	OK
	max点	77.322	0.000	19.613	5.0	203.9	0.00	OUT
右側壁	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
表側壁	上節点	-31.172	21.763	74.481	6.3	223.4	0.10	OUT
	ハンチ点	-31.172	24.011	74.481	6.3	223.4	0.11	OUT
	max点	-8.214	0.000	85.561	1.4	13.2	0.00	OK
下側壁	ハンチ点	-23.616	17.195	95.000	4.7	136.0	0.08	OUT
	上節点	-23.616	15.665	95.000	4.7	136.0	0.07	OUT
ウナ側壁	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK
	下節点							OK

地震時 $\kappa=0.144$		曲げモーメント	せん断力	軸力	圧縮	引張	せん断	判定
		M	S	N	σ_c	σ_s	τ	
		kN・m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂版	表節点	-54.188	58.577	113.438	6.2	161.0	0.23	OK
	ハンチ点	-54.188	63.077	113.438	6.2	161.0	0.24	OK
	max点	20.237	0.000	90.954	2.3	41.6	0.00	OK
底版	ハンチ点	-41.134	56.934	70.537	4.7	128.6	0.22	OK
	ウナ節点	-41.134	52.434	70.537	4.7	128.6	0.20	OK
左側壁	表節点	-61.305	71.954	99.207	5.5	157.3	0.25	OK
	ハンチ点	-61.305	79.608	99.207	5.5	157.3	0.27	OK
	max点	31.747	0.000	92.982	2.1	50.3	0.00	OK
右側壁	ハンチ点	-48.251	73.465	87.211	4.3	119.0	0.25	OK
	ウナ節点	-48.251	65.811	87.211	4.3	119.0	0.23	OK
表側壁	上節点	-54.188	91.804	66.827	11.0	444.9	0.44	OUT
	ハンチ点	-54.188	103.512	66.827	11.0	444.9	0.49	OUT
	max点	31.654	0.000	75.057	6.4	227.4	0.00	OUT
下側壁	ハンチ点	-61.305	89.624	84.392	12.5	495.3	0.43	OUT
	上節点	-61.305	83.434	84.392	12.5	495.3	0.40	OUT
ウナ側壁	ハンチ点	-41.134	60.396	60.684	8.4	328.6	0.29	OUT
	max点	-41.134	65.989	60.684	8.4	328.6	0.31	OUT
	ハンチ点	21.374	0.000	69.576	4.3	137.0	0.00	OK
	ハンチ点	-48.251	75.701	78.248	9.8	379.1	0.36	OUT
	下節点	-48.251	68.642	78.248	9.8	379.1	0.33	OUT

【中間ボックス部材】

鉄筋位置	径	ピッチ	被り	種類
	(mm)	(mm)	(mm)	
頂版	内側	150	40	異径
	端部	300		異径
	中央	300		異径
底版	内側	150	40	異径
	端部	300		異径
	中央	300		異径
左側壁	内側	10	300	異径
	上側	150		異径
	下側	150		異径
右側壁	内側	10	300	異径
	上側	150		異径
	下側	150		異径

常時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	8 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	120 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.36 N/mm ²
地震時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	12 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	270 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.54 N/mm ²

タイプ	A
内幅	2,800 (mm)
内高	2,820 (mm)
頂版厚	0,250 (mm)
底版厚	0,300 (mm)
側壁厚	0,250 (mm)
上ハンチ	0,200 (mm)
下ハンチ	0,200 (mm)
製品長	1,000 (mm)
取付初寸	1,000 (mm)
取付初寸	1,000 (mm)
左側壁有効長	1,000 (mm)
右側壁有効長	1,000 (mm)

圧縮鉄筋を考慮する 1

0 : 考慮する、1 : 考慮しない

荷重状態1		曲げモーメント	せん断力	軸力	圧縮	引張	せん断	判定
		M	S	N	σ_c	σ_s	τ	
		kN・m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂版	表節点	-12.806	31.843	13.844	2.0	104.3	0.14	OK
	ハンチ点	-5.688	29.970	13.844	1.4	54.8	0.15	OK
	max点	16.236	0.000	13.844	2.4	61.1	0.00	OK
底版	表節点	-15.702	46.757	14.200	1.5	70.1	0.18	OK
	ハンチ点	-5.042	44.887	14.200	0.7	22.3	0.17	OK
	max点	27.794	0.000	14.200	2.9	85.4	0.00	OK
表側壁	上節点	-12.806	11.241	38.087	1.3	27.0	0.05	OK
	ハンチ点	-10.246	10.472	39.312	1.7	29.2	0.05	OK
	max点	-3.309	0.000	46.683	0.5	1.1	0.00	OK
ウレ側壁	下節点	-13.015	11.485	55.819	2.1	35.1	0.06	OK
	上節点	-15.702	12.076	57.044	1.6	29.8	0.05	OK
	max点							OK
ウレ側壁	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK
下節点	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK

地震時 $\kappa=0.144$		曲げモーメント	せん断力	軸力	圧縮	引張	せん断	判定
		M	S	N	σ_c	σ_s	τ	
		kN・m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂版	表節点	-25.470	38.335	58.675	3.9	169.8	0.17	OK
	ハンチ点	-16.946	36.192	57.236	4.0	143.3	0.18	OK
	max点	10.725	0.000	47.226	1.7	27.4	0.00	OK
底版	表節点	-11.893	32.379	38.175	2.8	103.0	0.16	OK
	ハンチ点	-19.654	34.522	36.737	3.0	141.2	0.15	OK
	max点	-32.344	55.397	52.985	3.2	126.8	0.21	OK
表側壁	ハンチ点	-19.767	53.257	52.582	2.8	89.8	0.21	OK
	max点	20.365	0.000	49.663	2.2	49.1	0.00	OK
	ハンチ点	-14.714	49.444	46.953	2.1	61.2	0.20	OK
ウレ側壁	上節点	-26.529	51.583	46.529	2.6	101.7	0.19	OK
	ハンチ点	-14.644	44.093	46.879	2.4	45.1	0.22	OK
	max点	14.603	0.000	55.409	4.2	196.2	0.00	OK
ウレ側壁	下節点	-22.281	43.407	65.763	3.6	70.6	0.22	OK
	上節点	-32.344	45.525	67.165	3.3	78.1	0.20	OK
	max点	-19.654	31.203	41.665	2.0	47.2	0.14	OK
ウレ側壁	ハンチ点	-12.746	29.502	43.066	2.1	38.4	0.15	OK
	max点	9.137	0.000	52.277	2.4	85.1	0.00	OK
	ハンチ点	-17.860	35.503	61.950	2.9	53.3	0.18	OK
下節点	ハンチ点	-26.529	37.831	63.351	2.7	61.2	0.17	OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK

荷重状態2		曲げモーメント	せん断力	軸力	圧縮	引張	せん断	判定
		M	S	N	σ_c	σ_s	τ	
		kN・m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂版	表節点	-12.806	31.843	13.844	2.0	104.3	0.14	OK
	ハンチ点	-5.688	29.970	13.844	1.4	54.8	0.15	OK
	max点	16.236	0.000	13.844	2.4	61.1	0.00	OK
底版	表節点	-15.702	46.757	14.200	1.5	70.1	0.18	OK
	ハンチ点	-5.042	44.887	14.200	0.7	22.3	0.17	OK
	max点	27.794	0.000	14.200	2.9	85.4	0.00	OK
表側壁	上節点	-12.806	11.241	38.087	1.3	27.0	0.05	OK
	ハンチ点	-10.246	10.472	39.312	1.7	29.2	0.05	OK
	max点	-3.309	0.000	46.683	0.5	1.1	0.00	OK
ウレ側壁	下節点	-13.015	11.485	55.819	2.1	35.1	0.06	OK
	上節点	-15.702	12.076	57.044	1.6	29.8	0.05	OK
	max点							OK
ウレ側壁	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK
下節点	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK

地震時 $\kappa=0.144$		曲げモーメント	せん断力	軸力	圧縮	引張	せん断	判定
		M	S	N	σ_c	σ_s	τ	
		kN・m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂版	表節点	-25.918	29.164	69.471	3.9	161.3	0.13	OK
	ハンチ点	-19.443	27.561	68.033	4.6	161.6	0.14	OK
	max点	1.934	0.000	57.861	0.4	-1.3	0.00	OK
底版	表節点	-20.102	25.351	47.533	3.0	132.6	0.11	OK
	ハンチ点	-34.408	41.931	70.082	3.4	125.0	0.16	OK
	max点	-24.901	40.330	69.659	3.5	110.6	0.16	OK
表側壁	ハンチ点	-19.849	36.516	64.049	2.8	82.1	0.15	OK
	max点	5.789	0.000	66.728	0.7	2.1	0.00	OK
	ハンチ点	-28.593	38.117	63.626	2.8	100.0	0.14	OK
ウレ側壁	上節点	-25.918	57.113	34.509	2.6	69.4	0.25	OK
	ハンチ点	-13.016	53.442	35.558	2.1	42.3	0.27	OK
	max点	24.000	0.000	42.163	7.3	434.8	0.00	OUT
ウレ側壁	ハンチ点	-21.203	55.768	49.688	3.5	71.9	0.28	OK
	下節点	-34.408	58.867	50.736	3.5	90.4	0.26	OK
	max点	-20.102	40.917	30.696	1.0	52.5	0.18	OK
ウレ側壁	ハンチ点	-11.117	38.851	31.744	1.8	35.6	0.19	OK
	max点	18.657	0.000	38.796	5.6	323.9	0.00	OUT
	ハンチ点	-16.783	47.864	45.874	2.7	54.5	0.24	OK
下節点	ハンチ点	-28.593	51.173	46.923	2.9	73.5	0.23	OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK

鉄筋位置	径	ピッチ	種類
頂版	内側	150	丸鋼
	端部	300	丸鋼
	中央	300	丸鋼
底版	内側	150	丸鋼
	端部	300	丸鋼
	中央	300	丸鋼
左側壁	内側	200	丸鋼
	上側	200	丸鋼
	下側	200	丸鋼
右側壁	内側	200	丸鋼
	上側	200	丸鋼
	下側	200	丸鋼

常時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	8 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	100 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.36 N/mm ²
地震時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	12 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	210 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.54 N/mm ²

荷重状態1		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ _c	引張 σ _s	せん断 τ	判定
頂	表節点	-20.169	67.396	13.118	4.9	173.8	0.37	OUT
	ハンチ点	-20.169	72.181	13.118	4.9	173.8	0.40	OUT
	max点	35.291	0.000	13.118	5.6	145.1	0.00	OUT
版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
底	表節点	-24.493	77.799	14.070	9.3	641.7	0.43	OUT
	ハンチ点	-24.493	85.545	14.070	9.3	641.7	0.48	OUT
	max点	40.110	0.000	14.070	9.8	494.1	0.00	OUT
版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
表側壁	上節点	-20.169	10.874	74.864	4.8	125.6	0.06	OUT
	ハンチ点	-20.169	11.990	74.864	4.8	125.6	0.07	OUT
	max点	-11.036	0.000	82.908	2.5	39.2	0.00	OK
壁	ハンチ点	-24.493	13.286	93.291	5.8	150.7	0.07	OUT
	下節点	-24.493	12.490	93.291	5.8	150.7	0.07	OUT
	上節点							OK
ウナ側壁	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK
	下節点							OK

地震時kv=0.144		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ _c	引張 σ _s	せん断 τ	判定
頂	表節点	-23.164	32.606	55.502	5.6	166.9	0.18	OK
	ハンチ点	-23.164	35.676	55.502	5.6	166.9	0.20	OK
	max点	4.954	0.000	45.748	0.9	7.7	0.00	OK
版	ハンチ点	-18.253	32.130	36.887	4.4	137.0	0.18	OK
	ウナ節点	-18.253	29.060	36.887	4.4	137.0	0.16	OK
底	表節点	-30.047	50.185	51.564	11.3	693.2	0.28	OUT
	ハンチ点	-30.047	55.005	51.564	11.3	693.2	0.31	OUT
	max点	12.647	0.000	49.248	3.1	104.8	0.00	OK
版	ハンチ点	-25.136	51.460	47.069	9.4	569.2	0.29	OUT
	ウナ節点	-25.136	46.639	47.069	9.4	569.2	0.26	OUT
表側壁	上節点	-23.164	46.373	38.746	5.6	181.6	0.26	OK
	ハンチ点	-23.164	50.908	38.746	5.6	181.6	0.28	OK
	max点	17.418	0.000	48.477	3.6	109.3	0.00	OK
壁	ハンチ点	-30.047	48.628	59.826	7.3	227.8	0.27	OUT
	下節点	-30.047	45.632	59.826	7.3	227.8	0.25	OUT
	上節点	-18.253	32.153	35.200	4.4	139.3	0.18	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-18.253	34.542	35.200	4.4	139.3	0.19	OK
	max点	12.629	0.000	45.586	2.6	72.2	0.00	OK
	ハンチ点	-25.136	43.508	56.280	6.1	185.6	0.24	OK
	下節点	-25.136	39.992	56.280	6.1	185.6	0.22	OK

荷重状態2		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ _c	引張 σ _s	せん断 τ	判定
頂	表節点	-12.242	26.952	20.797	3.0	95.0	0.15	OK
	ハンチ点	-12.242	29.635	20.797	3.0	95.0	0.16	OK
	max点	10.138	0.000	20.797	1.7	36.0	0.00	OK
版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
底	表節点	-18.191	42.318	22.742	6.9	442.8	0.24	OUT
	ハンチ点	-18.191	46.532	22.742	6.9	442.8	0.26	OUT
	max点	16.950	0.000	22.742	4.2	189.1	0.00	OUT
版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
表側壁	上節点	-12.242	17.402	32.319	2.9	86.5	0.10	OK
	ハンチ点	-12.242	19.093	32.319	2.9	86.5	0.11	OK
	max点	2.768	0.000	40.589	0.5	2.2	0.00	OK
壁	ハンチ点	-18.191	21.383	50.745	4.4	126.3	0.12	OUT
	下節点	-18.191	20.012	50.745	4.4	126.3	0.11	OUT
	上節点							OK
ウナ側壁	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK
	下節点							OK

地震時kv=0.144		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ _c	引張 σ _s	せん断 τ	判定
頂	表節点	-25.607	24.844	67.743	6.2	179.5	0.14	OK
	ハンチ点	-25.607	27.141	67.743	6.2	179.5	0.15	OK
	max点	-3.915	0.000	57.839	0.8	2.2	0.00	OK
版	ハンチ点	-20.696	23.595	49.128	5.0	149.5	0.13	OK
	ウナ節点	-20.696	21.298	49.128	5.0	149.5	0.12	OK
底	表節点	-31.274	37.997	68.928	11.6	680.2	0.21	OUT
	ハンチ点	-31.274	41.604	68.928	11.6	680.2	0.23	OUT
	max点	1.312	0.000	66.589	0.4	-2.5	0.00	OK
版	ハンチ点	-26.363	38.058	64.433	9.7	556.3	0.21	OUT
	ウナ節点	-26.363	34.452	64.433	9.7	556.3	0.19	OUT
表側壁	上節点	-25.607	57.683	29.438	6.2	211.7	0.32	OUT
	ハンチ点	-25.607	62.705	29.438	6.2	211.7	0.35	OUT
	max点	27.487	0.000	37.059	5.7	200.1	0.00	OK
壁	ハンチ点	-31.274	64.354	45.211	7.6	250.9	0.36	OUT
	下節点	-31.274	59.763	45.211	7.6	250.9	0.33	OUT
	上節点	-20.696	43.463	25.892	5.0	169.4	0.24	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-20.696	46.339	25.892	5.0	169.4	0.26	OK
	max点	22.910	0.000	33.948	4.7	164.6	0.00	OK
	ハンチ点	-26.363	59.234	41.665	6.4	208.6	0.33	OK
	下節点	-26.363	54.123	41.665	6.4	208.6	0.30	OK

圧縮鉄筋を考慮する 1

0 : 考慮する、1 : 考慮しない

タイプ	A
内幅	2,540 (mm)
内高	3,040 (mm)
頂版厚	0,230 (mm)
底版厚	0,230 (mm)
側壁厚	0,230 (mm)
上ハンチ	0,000 (mm)
下ハンチ	0,000 (mm)
製品長	1,000 (mm)
取付初期	1,000 (mm)
取付後	1,000 (mm)
左側壁有効長	1,000 (mm)
右側壁有効長	1,000 (mm)

(2) 角型防火水槽 (道路用)

経年防火水槽 構造検討結果一覧

通 番 号	施 工 年 度	地 上 状 况	土 被 り (m)	容 量 (m ³)	水 槽 内 寸 法			断 面 厚 さ			配 筋 状 况			常 時 判 定			地 震 時 判 定			
					幅 (m)	高 さ (m)	長 さ (m)	頂 版 (m)	側 壁 (m)	底 板 (m)	頂 版	側 壁	底 板	頂 版	側 壁	底 板	頂 版	側 壁	底 板	頂 版
11	昭和28年	道路	0.60	40	4.07	2.52	4.07	0.25	0.25	0.25	φ16	φ16	φ16	OUT	OUT	OUT	OK	OUT	OUT	OUT
12	昭和44年	中央分離帯	1.00	40	2.70	2.00	7.50	0.25	0.25	0.25	φ13	φ13	φ13	OUT	OUT	OUT	OK	OUT	OUT	OK
13	昭和46~53年	道路	0.50	40	2.60	2.32	6.90	0.25	0.35	0.25	D16	D16	D19	OUT	OUT	OUT	OK	OUT	OUT	OK
14	昭和48年	道路	1.00	40	2.54	3.04	5.54	0.23	0.23	0.23	φ16	φ16	φ9	OUT	OUT	OUT	OK	OUT	OUT	OUT
15	昭和50年	道路	1.00	40	2.54	3.04	5.54	0.23	0.23	0.23	D16	D16	D16	OUT	OUT	OUT	OK	OUT	OUT	OUT
16	昭和54~55年	道路	0.50	40	2.60	2.32	6.90	0.25	0.25	0.35	D16	D16	D19	OUT	OUT	OUT	OK	OUT	OUT	OK

鉄筋位置	径	ピッチ	種類
頂版	内側	150	丸鋼
	端部	300	丸鋼
	中央	300	丸鋼
底版	内側	150	丸鋼
	端部	300	丸鋼
	中央	300	丸鋼
左側壁	内側	300	丸鋼
	上側	300	丸鋼
	下側	300	丸鋼
右側壁	内側	300	丸鋼
	上側	300	丸鋼
	下側	300	丸鋼

常時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	8 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	100 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.36 N/mm ²
地震時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	12 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	210 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.54 N/mm ²

タイプ	A
内幅	4.070 (m)
内高	2.520 (m)
頂版厚	0.250 (m)
底版厚	0.250 (m)
側壁厚	0.250 (m)
上ハンチ	0.000 (m)
下ハンチ	0.000 (m)
製品長	1.000 (m)
取付片初	L1 1.000 (m)
取付片末	L2 1.000 (m)
左側壁有効長	L3 1.000 (m)
右側壁有効長	L4 1.000 (m)

圧縮鉄筋を考慮する 1

0 : 考慮する、1 : 考慮しない

荷重状態1		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂	表節点	-47.016	79.256	8.383	8.8	360.1	0.38	OUT
	ハンチ点	-47.016	81.349	8.383	8.8	360.1	0.39	OUT
	max点	74.656	0.000	8.383	10.9	297.5	0.00	OUT
版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
底	表節点	-45.045	88.787	5.745	8.5	346.8	0.42	OUT
	ハンチ点	-45.045	94.598	5.745	8.5	346.8	0.45	OUT
	max点	63.396	0.000	5.745	9.3	253.2	0.00	OUT
版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
表側壁	上節点	-47.016	6.809	83.442	8.9	303.7	0.03	OUT
	ハンチ点	-47.016	7.588	83.442	8.9	303.7	0.04	OUT
	max点	-41.122	0.000	92.418	7.8	251.4	0.00	OUT
壁	ハンチ点	-45.045	5.265	100.408	8.6	276.0	0.03	OUT
	下節点	-45.045	4.769	100.408	8.6	276.0	0.02	OUT
	上節点							OK
ウナ側壁	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK
	下節点							OK

地震時 $\kappa=0.144$		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂	表節点	-25.658	37.589	45.095	4.9	166.1	0.18	OUT
	ハンチ点	-25.658	39.983	45.095	4.9	166.1	0.19	OK
	max点	21.216	0.000	34.427	3.2	73.1	0.00	OK
版	ハンチ点	-21.337	37.983	24.262	4.0	147.9	0.18	OK
	ウナ節点	-21.337	35.588	24.262	4.0	147.9	0.17	OK
底	表節点	-37.059	54.752	44.399	7.0	255.3	0.26	OUT
	ハンチ点	-37.059	58.270	44.399	7.0	255.3	0.28	OUT
	max点	30.770	0.000	40.526	4.6	109.4	0.00	OK
版	ハンチ点	-32.737	56.269	36.779	6.2	227.3	0.27	OUT
	ウナ節点	-32.737	52.751	36.779	6.2	227.3	0.25	OUT
表側壁	上節点	-25.658	34.819	42.378	4.9	168.1	0.17	OK
	ハンチ点	-25.658	39.903	42.378	4.9	168.1	0.19	OK
	max点	0.244	0.000	50.734	0.2	-2.6	0.00	OK
壁	ハンチ点	-37.059	41.515	61.787	7.0	242.3	0.20	OUT
	下節点	-37.059	38.521	61.787	7.0	242.3	0.18	OUT
	上節点	-21.337	19.808	40.377	4.1	136.0	0.09	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-21.337	22.061	40.377	4.1	136.0	0.11	OK
	max点	-5.690	0.000	49.103	1.0	12.4	0.00	OK
	ハンチ点	-32.737	33.470	59.787	6.2	210.2	0.16	OUT
	下節点	-32.737	30.214	59.787	6.2	210.2	0.14	OUT

荷重状態2		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂	表節点	-17.110	31.983	10.985	3.2	125.0	0.15	OUT
	ハンチ点	-17.110	34.076	10.985	3.2	125.0	0.16	OUT
	max点	21.953	0.000	10.985	3.2	84.4	0.00	OK
版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
底	表節点	-27.115	46.986	16.994	5.1	198.4	0.22	OUT
	ハンチ点	-27.115	50.060	16.994	5.1	198.4	0.24	OUT
	max点	30.271	0.000	16.994	4.5	115.7	0.00	OUT
版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
表側壁	上節点	-17.110	8.160	36.169	3.3	106.3	0.04	OUT
	ハンチ点	-17.110	9.565	36.169	3.3	106.3	0.05	OUT
	max点	-11.675	0.000	42.320	2.2	60.0	0.00	OK
壁	ハンチ点	-27.115	15.888	53.135	5.2	171.5	0.08	OUT
	下節点	-27.115	14.768	53.135	5.2	171.5	0.07	OUT
ウナ側壁	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK
	下節点							OK

地震時 $\kappa=0.144$		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂	表節点	-23.099	28.378	53.583	4.4	140.0	0.14	OK
	ハンチ点	-23.099	30.169	53.583	4.4	140.0	0.14	OK
	max点	12.535	0.000	42.830	1.9	35.6	0.00	OK
版	ハンチ点	-18.777	28.169	32.750	3.6	121.7	0.13	OK
	ウナ節点	-18.777	26.377	32.750	3.6	121.7	0.13	OK
底	表節点	-31.806	41.220	55.153	6.0	206.4	0.20	OK
	ハンチ点	-31.806	43.852	55.153	6.0	206.4	0.21	OK
	max点	19.501	0.000	51.259	3.0	60.5	0.00	OK
版	ハンチ点	-27.484	41.851	47.532	5.2	178.5	0.20	OK
	ウナ節点	-27.484	39.219	47.532	5.2	178.5	0.19	OK
表側壁	上節点	-23.099	42.608	31.961	4.4	155.9	0.20	OK
	ハンチ点	-23.099	48.067	31.961	4.4	155.9	0.23	OK
	max点	10.435	0.000	38.648	2.3	76.9	0.00	OK
壁	ハンチ点	-31.806	50.856	46.484	6.0	212.8	0.24	OUT
	下節点	-31.806	46.501	46.484	6.0	212.8	0.22	OUT
ウナ側壁	上節点	-18.777	27.597	29.960	3.6	123.8	0.13	OK
	ハンチ点	-18.777	30.225	29.960	3.6	123.8	0.14	OK
	max点	4.685	0.000	37.037	0.9	15.9	0.00	OK
	ハンチ点	-27.484	42.811	44.484	5.2	180.7	0.20	OK
	下節点	-27.484	38.194	44.484	5.2	180.7	0.18	OK

鉄筋位置	径	ピッチ	種類
頂版	内側	13	丸鋼
	外側	13	丸鋼
	中央	13	丸鋼
	内側	13	丸鋼
	外側	13	丸鋼
	中央	13	丸鋼
底版	内側	13	丸鋼
	外側	13	丸鋼
	中央	13	丸鋼
左側壁	内側	13	丸鋼
	上側	13	丸鋼
	下側	13	丸鋼
右側壁	内側	13	丸鋼
	上側	13	丸鋼
	下側	13	丸鋼

常時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	8 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	100 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.36 N/mm ²
地震時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	12 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	210 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.54 N/mm ²

タイプ	A
内幅	2,700 (mm)
内高	2,000 (mm)
頂版厚	0,250 (mm)
底版厚	0,250 (mm)
側壁厚	0,250 (mm)
上ハンチ	0,150 (mm)
下ハンチ	0,150 (mm)
製品長	1,000 (mm)
取付厚	1,000 (mm)
取付厚	1,000 (mm)
左側壁有効長	1,000 (mm)
右側壁有効長	1,000 (mm)

圧縮鉄筋を考慮する 1
0 : 考慮する、1 : 考慮しない

荷重状態1		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂版	表節点	-24.745	71.731	9.164	3.3	148.7	0.33	OUT
	ハンチ点	-13.359	70.267	9.164	2.5	97.9	0.33	OK
	max点	37.868	0.000	9.164	5.6	150.2	0.00	OUT
底版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
左側壁	表節点	-27.523	75.965	10.833	3.7	165.0	0.35	OUT
	ハンチ点	-14.500	74.415	10.833	2.7	105.5	0.35	OUT
	max点	39.935	0.000	10.833	5.9	158.0	0.00	OUT
右側壁	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
表側壁	上節点	-24.745	6.705	77.687	2.7	53.9	0.03	OK
	ハンチ点	-23.481	6.462	78.606	3.6	67.7	0.03	OK
	max点	-20.394	0.000	83.597	3.2	53.8	0.00	OK
裏側壁	ハンチ点	-25.987	8.646	90.550	4.0	73.7	0.04	OK
	下節点	-27.523	8.848	91.469	3.0	58.3	0.04	OK
	上節点							OK
ウナ側壁	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK
	下節点							OK

荷重状態2		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂版	表節点	-11.576	29.186	13.639	1.6	62.7	0.13	OK
	ハンチ点	-6.573	28.590	13.639	1.3	41.3	0.14	OK
	max点	14.341	0.000	13.639	2.1	53.2	0.00	OK
底版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
左側壁	表節点	-16.942	40.631	17.607	2.3	93.4	0.19	OK
	ハンチ点	-9.977	39.802	17.607	1.9	65.0	0.19	OK
	max点	19.139	0.000	17.607	2.9	71.2	0.00	OK
右側壁	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
表側壁	上節点	-11.576	9.930	35.142	1.3	25.6	0.05	OK
	ハンチ点	-9.698	9.562	36.061	1.5	26.8	0.05	OK
	max点	-5.231	0.000	40.899	0.8	8.2	0.00	OK
裏側壁	ハンチ点	-14.446	14.046	48.004	2.2	41.8	0.07	OK
	下節点	-16.942	14.373	48.923	1.8	38.2	0.07	OK
	上節点							OK
ウナ側壁	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK
	下節点							OK

地震時 $\kappa=0.144$		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂版	表節点	-17.592	34.514	43.730	2.4	78.8	0.16	OK
	ハンチ点	-11.700	33.832	42.701	2.2	60.3	0.16	OK
	max点	13.740	0.000	33.326	2.1	43.9	0.00	OK
底版	ハンチ点	11.582	34.517	43.730	1.7	50.1	0.15	OK
	ウナ節点	-8.477	32.263	23.488	1.9	72.4	0.15	OK
左側壁	表節点	-23.558	47.607	36.823	3.2	121.0	0.22	OK
	ハンチ点	-15.421	46.659	36.558	2.9	93.6	0.22	OK
	max点	19.395	0.000	34.169	2.9	66.4	0.00	OK
右側壁	ハンチ点	-12.439	44.408	31.884	2.4	73.7	0.21	OK
	ウナ節点	-20.238	45.357	31.619	2.7	103.9	0.21	OK
表側壁	上節点	-17.592	31.162	41.328	1.9	42.8	0.14	OK
	ハンチ点	-11.610	29.955	42.379	1.8	32.3	0.14	OK
	max点	2.525	0.000	48.128	0.4	-0.4	0.00	OK
裏側壁	ハンチ点	-18.263	30.907	56.042	2.8	54.3	0.15	OK
	下節点	-23.558	31.490	57.093	2.5	56.7	0.14	OK
	上節点	-14.272	18.203	39.077	1.5	32.9	0.08	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-10.984	17.663	40.128	1.7	30.6	0.08	OK
	max点	-1.679	0.000	46.400	0.4	-1.0	0.00	OK
	ハンチ点	-15.812	23.974	53.792	2.4	45.3	0.11	OK
	下節点	-20.238	24.658	54.843	2.2	46.8	0.11	OK

地震時 $\kappa=0.144$		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂版	表節点	-16.282	26.108	51.309	2.2	65.5	0.12	OK
	ハンチ点	-11.831	25.598	50.280	2.2	56.1	0.12	OK
	max点	7.594	0.000	40.810	1.2	17.0	0.00	OK
底版	ハンチ点	-8.848	23.348	32.097	1.7	45.8	0.11	OK
	ウナ節点	-12.962	23.857	31.068	1.8	58.9	0.11	OK
左側壁	表節点	-20.819	35.906	45.910	2.8	97.4	0.16	OK
	ハンチ点	-14.688	35.196	45.645	2.8	81.3	0.17	OK
	max点	11.748	0.000	43.238	1.8	32.6	0.00	OK
右側壁	ハンチ点	-11.706	32.945	40.971	2.2	61.6	0.16	OK
	ウナ節点	-17.499	33.655	40.706	2.4	80.3	0.15	OK
表側壁	上節点	-9.282	37.712	31.207	1.7	41.9	0.17	OK
	ハンチ点	-9.207	36.391	31.993	1.4	26.2	0.17	OK
	max点	9.012	0.000	36.581	1.7	43.9	0.00	OK
裏側壁	ハンチ点	-14.284	37.063	42.217	2.2	43.0	0.18	OK
	下節点	-20.819	37.903	43.004	2.2	52.6	0.17	OK
	上節点	-12.962	24.754	28.956	1.4	32.0	0.11	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-8.581	24.099	29.742	1.3	24.4	0.11	OK
	max点	4.961	0.000	34.753	0.9	15.0	0.00	OK
	ハンチ点	-11.833	30.130	39.966	1.8	34.0	0.14	OK
	下節点	-17.499	31.070	40.753	1.9	42.7	0.14	OK

鉄筋位置	径	ピッチ	被り	種類
	(mm)	(mm)	(mm)	
頂版	内側	150	50	異径
	端部	300		異径
	中央	300		異径
底版	内側	150	50	異径
	端部	300		異径
	中央	300		異径
左側壁	内側	10	50	異径
	上側	150		異径
	下側	150		異径
右側壁	上側	10	50	異径
	下側	150	50	異径

常時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	8 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	120 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.36 N/mm ²
地震時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	12 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	270 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.54 N/mm ²

タイプ	A
内幅	2,600 (mm)
内高	2,315 (mm)
頂版厚	0,250 (mm)
底版厚	0,350 (mm)
側壁厚	0,250 (mm)
上ハンチ	0,200 (mm)
下ハンチ	0,200 (mm)
製品長	1,000 (mm)
取付初寸	1,000 (mm)
取付初寸	1,000 (mm)
左側壁有効長	1,000 (mm)
右側壁有効長	1,000 (mm)

圧縮鉄筋を考慮する 1

0 : 考慮する、1 : 考慮しない

荷重状態1		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
		kN・m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂版	表節点	-23.153	60.141	11.497	3.6	205.4	0.27	OUT
	ハンチ点	-10.676	59.018	11.497	2.6	121.4	0.30	OUT
	max点	37.256	0.000	11.497	5.9	155.2	0.00	OUT
底版	表節点	-9.168	63.080	-0.281	0.9	63.1	0.21	OK
	ハンチ点	5.691	61.679	-0.281	0.4	11.3	0.21	OK
	max点	47.762	0.000	-0.281	3.4	94.5	0.00	OK
表側壁	上節点	-23.153	10.144	63.885	2.4	50.5	0.05	OK
	ハンチ点	-20.963	9.750	65.110	3.4	65.3	0.05	OK
	max点	-9.155	0.000	80.476	1.5	12.3	0.00	OK
ウレ側壁	下節点	-9.287	1.491	78.677	1.5	13.3	0.01	OK
	上節点	-9.168	1.238	79.902	0.9	5.7	0.01	OK
	max点							OK
ウレ側壁	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK
下節点	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK

荷重状態2		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
		kN・m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂版	表節点	-7.588	17.596	12.079	1.2	57.1	0.08	OK
	ハンチ点	-3.619	16.473	12.079	0.9	30.8	0.08	OK
	max点	7.617	0.000	12.079	1.2	28.0	0.00	OK
底版	表節点	-9.179	29.492	12.213	0.8	48.2	0.10	OK
	ハンチ点	-2.232	28.836	12.213	0.2	5.3	0.10	OK
	max点	17.438	0.000	12.213	1.3	31.5	0.00	OK
表側壁	上節点	-7.588	9.475	21.339	0.8	16.4	0.04	OK
	ハンチ点	-5.381	8.706	22.564	0.9	14.7	0.04	OK
	max点	-0.402	0.000	28.771	0.2	-1.2	0.00	OK
ウレ側壁	ハンチ点	-6.898	9.128	36.131	1.1	16.4	0.05	OK
	下節点	-9.179	9.756	37.356	0.9	16.2	0.04	OK
	max点							OK
ウレ側壁	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK
下節点	ハンチ点							OK
	max点							OK
	ハンチ点							OK

地震時kv=0.144		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
		kN・m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂版	表節点	-12.997	21.314	32.662	2.0	83.4	0.09	OK
	ハンチ点	-8.221	20.029	31.800	1.9	64.6	0.10	OK
	max点	6.125	0.000	26.219	1.0	16.5	0.00	OK
底版	表節点	-5.319	17.660	21.234	1.2	41.0	0.09	OK
	ハンチ点	-9.622	18.945	20.371	1.5	66.3	0.08	OK
	max点	-17.600	34.923	34.749	1.6	79.4	0.11	OK
表側壁	ハンチ点	-9.416	34.173	34.255	1.1	39.1	0.11	OK
	max点	14.560	0.000	31.132	1.1	21.4	0.00	OK
	ハンチ点	-6.514	31.804	28.205	0.8	22.4	0.11	OK
ウレ側壁	上節点	-14.225	32.554	27.711	1.3	64.6	0.11	OK
	ハンチ点	-12.997	25.846	25.597	1.3	31.9	0.11	OK
	max点	-7.012	23.816	26.998	1.2	20.0	0.12	OK
ウレ側壁	ハンチ点	6.823	0.000	34.184	1.9	73.6	0.00	OK
	max点	-11.135	25.610	42.519	1.8	31.8	0.13	OK
	下節点	-17.600	27.452	43.920	1.8	40.0	0.12	OK
ウレ側壁	上節点	-9.622	16.765	23.228	1.0	22.1	0.07	OK
	ハンチ点	-5.832	15.642	24.629	1.0	15.9	0.08	OK
	max点	3.811	0.000	32.081	0.9	17.4	0.00	OK
下節点	ハンチ点	-9.134	19.408	40.150	1.5	24.3	0.10	OK
	max点	-14.225	21.031	41.551	1.5	30.3	0.09	OK
	ハンチ点							OK

地震時kv=0.144		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
		kN・m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂版	表節点	-12.833	16.246	38.390	1.9	75.2	0.07	OK
	ハンチ点	-9.200	15.285	37.528	2.1	70.0	0.08	OK
	max点	1.924	0.000	31.846	0.3	0.1	0.00	OK
底版	ハンチ点	-6.298	12.916	26.961	1.5	46.4	0.06	OK
	max点	-9.458	13.877	26.099	1.4	58.0	0.06	OK
	上節点	-19.306	26.429	45.658	1.7	78.7	0.09	OK
表側壁	ハンチ点	-13.122	25.868	45.165	1.6	57.2	0.09	OK
	max点	5.197	0.000	42.009	0.4	2.2	0.00	OK
	ハンチ点	-10.220	23.500	39.114	1.2	40.4	0.08	OK
ウレ側壁	上節点	-15.930	24.061	38.620	1.4	63.9	0.08	OK
	ハンチ点	-12.833	30.956	19.451	1.3	33.5	0.14	OK
	max点	-5.748	28.701	20.500	0.9	16.9	0.14	OK
ウレ側壁	ハンチ点	11.460	0.000	25.996	3.4	193.9	0.00	OK
	max点	-10.867	32.751	32.113	1.8	34.4	0.16	OK
	下節点	-19.306	35.310	33.161	2.0	49.1	0.16	OK
ウレ側壁	ハンチ点	-9.458	21.875	17.082	1.0	23.7	0.10	OK
	max点	-4.568	20.527	18.131	0.8	12.8	0.10	OK
	ハンチ点	8.468	0.000	23.814	2.5	132.6	0.00	OK
下節点	ハンチ点	-8.866	26.549	29.744	1.5	26.8	0.13	OK
	max点	-15.930	28.889	30.793	1.6	39.3	0.13	OK
	ハンチ点							OK

【中間ボックス部材】

鉄筋位置	径	ピッチ	被り	種類
頂版	内側	16	150	丸鋼
	端部	16	300	丸鋼
	中央	16	300	丸鋼
底版	内側	9	150	丸鋼
	端部	9	300	丸鋼
	中央	9	300	丸鋼
左側壁	内側	13	200	丸鋼
	上側	13	200	丸鋼
	下側	13	200	丸鋼
右側壁	内側	13	200	丸鋼
	上側	13	200	丸鋼
	下側	13	200	丸鋼

常時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	8 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	100 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.36 N/mm ²
地震時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	12 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	210 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.54 N/mm ²

タイプ		A
内幅	B	2,540 (mm)
内高	H	3,040 (mm)
頂版厚	T1	0,230 (mm)
底版厚	T2	0,230 (mm)
側壁厚	T3	0,230 (mm)
上ハンチ	C	0,000 (mm)
下ハンチ	CC	0,000 (mm)
製品長	Lo	1,000 (mm)
頂版有効厚	L1	1,000 (mm)
底版有効厚	L2	1,000 (mm)
左側壁有効長	L3	1,000 (mm)
右側壁有効長	L4	1,000 (mm)

圧縮鉄筋を考慮する 1
 0: 考慮する、1: 考慮しない

荷重状態1		曲げモーメント	せん断力	軸力	圧縮	引張	せん断	判定
		M	S	N	σ_c	σ_s	τ	
		kN-m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂版	表節点	-20.169	67.396	13.118	4.9	173.8	0.37	OUT
	ハンチ点	-20.169	72.181	13.118	4.9	173.8	0.40	OUT
	max点	35.291	0.000	13.118	5.6	145.1	0.00	OUT
底版	ハンチ点							OK
	ウラ節点							OK
	表節点	-24.493	77.799	14.070	9.3	641.7	0.43	OUT
左側壁	ハンチ点	-24.493	85.545	14.070	9.3	641.7	0.48	OUT
	max点	40.110	0.000	14.070	9.8	494.1	0.00	OUT
	ハンチ点							OK
右側壁	ウラ節点							OK
	上節点	-20.169	10.874	74.864	4.8	125.6	0.06	OUT
	ハンチ点	-20.169	11.990	74.864	4.8	125.6	0.07	OUT
表側壁	max点	-11.036	0.000	82.908	2.5	39.2	0.00	OK
	ハンチ点	-24.493	13.286	93.291	5.8	150.7	0.07	OUT
	下節点	-24.493	12.490	93.291	5.8	150.7	0.07	OUT
ウラ側壁	上節点							OK
	ハンチ点							OK
	max点							OK
ハンチ点							OK	
下節点								OK

地震時 $\kappa=0.144$		曲げモーメント	せん断力	軸力	圧縮	引張	せん断	判定
		M	S	N	σ_c	σ_s	τ	
		kN-m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂版	表節点	-23.164	32.606	55.502	5.6	166.9	0.18	OK
	ハンチ点	-23.164	35.676	55.502	5.6	166.9	0.20	OK
	max点	4.954	0.000	45.748	0.9	7.7	0.00	OK
底版	ハンチ点	-18.253	32.130	36.887	4.4	137.0	0.18	OK
	ウラ節点	-18.253	29.060	36.887	4.4	137.0	0.16	OK
	表節点	-30.047	50.185	51.564	11.3	693.2	0.28	OUT
左側壁	ハンチ点	-30.047	55.005	51.564	11.3	693.2	0.31	OUT
	max点	12.647	0.000	49.248	3.1	104.8	0.00	OK
	ハンチ点	-25.136	51.460	47.069	9.4	569.2	0.29	OUT
右側壁	ウラ節点	-25.136	46.639	47.069	9.4	569.2	0.26	OUT
	上節点	-23.164	46.373	38.746	5.6	181.6	0.26	OK
	ハンチ点	-23.164	50.908	38.746	5.6	181.6	0.28	OK
表側壁	max点	17.418	0.000	48.477	3.6	109.3	0.00	OK
	ハンチ点	-30.047	48.628	59.826	7.3	227.8	0.27	OUT
	下節点	-30.047	45.632	59.826	7.3	227.8	0.25	OUT
ウラ側壁	上節点	-18.253	32.153	35.200	4.4	139.3	0.18	OK
	ハンチ点	-18.253	34.542	35.200	4.4	139.3	0.19	OK
	max点	12.629	0.000	45.586	2.6	72.2	0.00	OK
ハンチ点	-25.136	43.508	56.280	6.1	185.6	0.24	OK	
下節点	-25.136	39.992	56.280	6.1	185.6	0.22	OK	

荷重状態2		曲げモーメント	せん断力	軸力	圧縮	引張	せん断	判定
		M	S	N	σ_c	σ_s	τ	
		kN-m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂版	表節点	-12.242	26.952	20.797	3.0	95.0	0.15	OK
	ハンチ点	-12.242	29.635	20.797	3.0	95.0	0.16	OK
	max点	10.138	0.000	20.797	1.7	36.0	0.00	OK
底版	ハンチ点							OK
	ウラ節点							OK
	表節点	-18.191	42.318	22.742	6.9	442.8	0.24	OUT
左側壁	ハンチ点	-18.191	46.532	22.742	6.9	442.8	0.26	OUT
	max点	16.950	0.000	22.742	4.2	189.1	0.00	OUT
	ハンチ点							OK
右側壁	ウラ節点							OK
	上節点	-12.242	17.402	32.319	2.9	86.5	0.10	OK
	ハンチ点	-12.242	19.093	32.319	2.9	86.5	0.11	OK
表側壁	max点	2.768	0.000	40.589	0.5	2.2	0.00	OK
	ハンチ点	-18.191	21.383	50.745	4.4	126.3	0.12	OUT
	下節点	-18.191	20.012	50.745	4.4	126.3	0.11	OUT
ウラ側壁	上節点							OK
	ハンチ点							OK
	max点							OK
ハンチ点							OK	
下節点								OK

地震時 $\kappa=0.144$		曲げモーメント	せん断力	軸力	圧縮	引張	せん断	判定
		M	S	N	σ_c	σ_s	τ	
		kN-m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂版	表節点	-25.607	24.844	67.743	6.2	179.5	0.14	OK
	ハンチ点	-25.607	27.141	67.743	6.2	179.5	0.15	OK
	max点	-3.915	0.000	57.839	0.8	2.2	0.00	OK
底版	ハンチ点	-20.696	23.595	49.128	5.0	149.5	0.13	OK
	ウラ節点	-20.696	21.298	49.128	5.0	149.5	0.12	OK
	表節点	-31.274	37.997	68.928	11.6	680.2	0.21	OUT
左側壁	ハンチ点	-31.274	41.604	68.928	11.6	680.2	0.23	OUT
	max点	1.312	0.000	66.589	0.4	-2.5	0.00	OK
	ハンチ点	-26.363	38.058	64.433	9.7	556.3	0.21	OUT
右側壁	ウラ節点	-26.363	34.452	64.433	9.7	556.3	0.19	OUT
	上節点	-25.607	57.683	29.438	6.2	211.7	0.32	OUT
	ハンチ点	-25.607	62.705	29.438	6.2	211.7	0.35	OUT
表側壁	max点	27.487	0.000	37.059	5.7	200.1	0.00	OK
	ハンチ点	-31.274	64.354	45.211	7.6	250.9	0.36	OUT
	下節点	-31.274	59.763	45.211	7.6	250.9	0.33	OUT
ウラ側壁	上節点	-20.696	43.463	25.892	5.0	169.4	0.24	OK
	ハンチ点	-20.696	46.339	25.892	5.0	169.4	0.26	OK
	max点	22.910	0.000	33.948	4.7	164.6	0.00	OK
ハンチ点	-26.363	59.234	41.665	6.4	208.6	0.33	OK	
下節点	-26.363	54.123	41.665	6.4	208.6	0.30	OK	

鉄筋位置	径	ピッチ	被り (mm)	種類
頂版	内側	130	25	異径
	端部	260		異径
	中央	260		異径
底版	内側	150	25	異径
	端部	300		異径
	中央	300		異径
左側壁	内側	205	40	異径
	上側	205		異径
	下側	205	30	異径
右側壁	内側	205	40	異径
	上側	205		異径
	下側	205	30	異径

常時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	8 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	100 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.36 N/mm ²
地震時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	12 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	210 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.54 N/mm ²

タイプ	A
内幅	2,540 (mm)
内高	3,040 (mm)
頂版厚	0,230 (mm)
底版厚	0,230 (mm)
側壁厚	0,230 (mm)
上ハナチ	0,000 (mm)
下ハナチ	0,000 (mm)
製品長	1,000 (mm)
取付片初	L1 1,000 (mm)
取付片末	L2 1,000 (mm)
左側壁有効長	L3 1,000 (mm)
右側壁有効長	L4 1,000 (mm)

圧縮鉄筋を考慮する 1

0 : 考慮する、1 : 考慮しない

荷重状態1		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂版	表節点	-20.169	67.396	13.118	4.4	149.2	0.36	OUT
	ハンチ点	-20.169	72.181	13.118	4.4	149.2	0.39	OUT
	max点	35.291	0.000	13.118	5.2	125.0	0.00	OUT
底版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
	ウナ節点							OK
左側壁	表節点	-24.493	77.799	14.070	5.7	209.0	0.42	OUT
	ハンチ点	-24.493	85.545	14.070	5.7	209.0	0.46	OUT
	max点	40.110	0.000	14.070	6.2	162.8	0.00	OUT
右側壁	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
	ウナ節点							OK
表側壁	上節点	-20.169	10.874	74.864	3.8	81.3	0.05	OK
	ハンチ点	-20.169	11.990	74.864	3.8	81.3	0.06	OK
	max点	-11.036	0.000	82.908	2.1	27.7	0.00	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-24.493	13.286	93.291	4.6	97.7	0.07	OK
	下節点	-24.493	12.490	93.291	4.6	97.7	0.06	OK
	上節点							OK
ウナ側壁	ハンチ点							OK
ウナ側壁	max点							OK
ウナ側壁	ハンチ点							OK
ウナ側壁	下節点							OK

地震時 $\kappa=0.144$		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂版	表節点	-23.164	32.606	55.502	5.1	143.9	0.18	OK
	ハンチ点	-23.164	35.676	55.502	5.1	143.9	0.19	OK
	max点	4.954	0.000	45.748	0.9	7.0	0.00	OK
底版	ハンチ点	-18.253	32.130	36.887	4.0	118.0	0.17	OK
	ウナ節点	-18.253	29.060	36.887	4.0	118.0	0.16	OK
	ウナ節点							OK
左側壁	表節点	-30.047	50.185	51.564	7.0	229.1	0.27	OUT
	ハンチ点	-30.047	55.005	51.564	7.0	229.1	0.30	OUT
	max点	12.647	0.000	49.248	2.1	37.1	0.00	OK
右側壁	ハンチ点	-25.136	51.460	47.069	5.9	188.5	0.28	OK
	ウナ節点	-25.136	46.639	47.069	5.9	188.5	0.25	OK
	ウナ節点							OK
表側壁	上節点	-23.164	46.373	38.746	4.2	114.9	0.23	OK
	ハンチ点	-23.164	50.908	38.746	4.2	114.9	0.25	OK
	max点	17.418	0.000	48.477	3.4	81.4	0.00	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-30.047	48.628	59.826	5.5	144.6	0.24	OK
	下節点	-30.047	45.632	59.826	5.5	144.6	0.23	OK
	上節点	-18.253	32.153	35.200	3.3	88.4	0.16	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-18.253	34.542	35.200	3.3	88.4	0.17	OK
ウナ側壁	max点	12.629	0.000	45.586	2.5	54.0	0.00	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-25.136	43.508	56.280	4.6	118.0	0.22	OK
ウナ側壁	下節点	-25.136	39.992	56.280	4.6	118.0	0.20	OK

荷重状態2		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂版	表節点	-12.242	26.952	20.797	2.7	81.8	0.15	OK
	ハンチ点	-12.242	29.635	20.797	2.7	81.8	0.16	OK
	max点	10.138	0.000	20.797	1.6	31.1	0.00	OK
底版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
	ウナ節点							OK
左側壁	表節点	-18.191	42.318	22.742	4.2	145.4	0.23	OUT
	ハンチ点	-18.191	46.532	22.742	4.2	145.4	0.25	OUT
	max点	16.950	0.000	22.742	2.7	63.2	0.00	OK
右側壁	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
	ウナ節点							OK
表側壁	上節点	-12.242	17.402	32.319	2.3	55.2	0.09	OK
	ハンチ点	-12.242	19.093	32.319	2.3	55.2	0.10	OK
	max点	2.768	0.000	40.589	0.5	1.7	0.00	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-18.191	21.383	50.745	3.4	80.8	0.11	OK
	下節点	-18.191	20.012	50.745	3.4	80.8	0.10	OK
	上節点							OK
ウナ側壁	ハンチ点							OK
ウナ側壁	max点							OK
ウナ側壁	ハンチ点							OK
ウナ側壁	下節点							OK

地震時 $\kappa=0.144$		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
頂版	表節点	-25.607	24.844	67.743	5.7	154.9	0.13	OK
	ハンチ点	-25.607	27.141	67.743	5.7	154.9	0.15	OK
	max点	-3.915	0.000	57.839	0.8	2.3	0.00	OK
底版	ハンチ点	-20.696	23.595	49.128	4.6	128.9	0.13	OK
	ウナ節点	-20.696	21.298	49.128	4.6	128.9	0.12	OK
	ウナ節点							OK
左側壁	表節点	-31.274	37.997	68.928	7.3	226.5	0.21	OUT
	ハンチ点	-31.274	41.604	68.928	7.3	226.5	0.22	OUT
	max点	1.312	0.000	66.589	0.5	-2.1	0.00	OK
右側壁	ハンチ点	-26.363	38.058	64.433	6.1	186.0	0.21	OK
	ウナ節点	-26.363	34.452	64.433	6.1	186.0	0.19	OK
	ウナ節点							OK
表側壁	上節点	-25.607	57.683	29.438	4.6	133.4	0.29	OK
	ハンチ点	-25.607	62.705	29.438	4.6	133.4	0.31	OK
	max点	27.487	0.000	37.059	5.4	148.1	0.00	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-31.274	64.354	45.211	5.7	158.5	0.32	OK
	下節点	-31.274	59.763	45.211	5.7	158.5	0.30	OK
	上節点	-20.696	43.463	25.892	3.7	106.8	0.22	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-20.696	46.339	25.892	3.7	106.8	0.23	OK
ウナ側壁	max点	22.910	0.000	33.948	4.5	121.9	0.00	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-26.363	59.234	41.665	4.8	131.9	0.30	OK
ウナ側壁	下節点	-26.363	54.123	41.665	4.8	131.9	0.27	OK

鉄筋位置	径	ピッチ	被り	種類
	(mm)	(mm)	(mm)	
頂版	内側	150	50	異径
	端部	300		異径
	中央	300		異径
底版	内側	150	50	異径
	端部	300		異径
	中央	300		異径
左側壁	内側	13	50	異径
	上側	150		異径
	下側	150		異径
右側壁	内側	13	50	異径
	上側	150		異径
	下側	150		異径

常時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	8 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	120 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.36 N/mm ²
地震時	
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	12 N/mm ²
鉄筋の許容引張応力度	270 N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	0.54 N/mm ²

タイプ	A
内幅	2,600 (mm)
内高	2,315 (mm)
頂版厚	0,250 (mm)
底版厚	0,350 (mm)
側壁厚	0,250 (mm)
上ハンチ	0,200 (mm)
下ハンチ	0,200 (mm)
製品長	1,000 (mm)
取付初寸	1,000 (mm)
取付初寸	1,000 (mm)
左側壁有効長	1,000 (mm)
右側壁有効長	1,000 (mm)

圧縮鉄筋を考慮する 1

0 : 考慮する、1 : 考慮しない

荷重状態1		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
		kN・m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂版	表節点	-23.153	60.141	11.497	3.6	205.4	0.27	OUT
	ハンチ点	-10.676	59.018	11.497	2.6	121.4	0.30	OUT
	max点	37.256	0.000	11.497	5.9	155.2	0.00	OUT
底版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
	ウナ節点							OK
左側壁	表節点	-9.168	63.080	-0.281	0.9	63.1	0.21	OK
	ハンチ点	5.691	61.679	-0.281	0.4	11.3	0.21	OK
	max点	47.762	0.000	-0.281	3.4	94.5	0.00	OK
右側壁	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
	ウナ節点							OK
表側壁	上節点	-23.153	10.144	63.885	2.4	50.5	0.05	OK
	ハンチ点	-20.963	9.750	65.110	3.4	65.3	0.05	OK
	max点	-9.155	0.000	80.476	1.5	12.3	0.00	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-9.287	1.491	78.677	1.5	13.3	0.01	OK
	下節点	-9.168	1.238	79.902	0.9	5.7	0.01	OK
	上節点							OK
ウナ側壁	ハンチ点							OK
ウナ側壁	max点							OK
ウナ側壁	ハンチ点							OK
ウナ側壁	下節点							OK

地震時 $\kappa=0.144$		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
		kN・m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂版	表節点	-12.997	21.314	32.662	2.0	83.4	0.09	OK
	ハンチ点	-8.221	20.029	31.800	1.9	64.6	0.10	OK
	max点	6.125	0.000	26.219	1.0	16.5	0.00	OK
底版	ハンチ点	-5.319	17.660	21.234	1.2	41.0	0.09	OK
	ウナ節点	-9.622	18.945	20.371	1.5	66.3	0.08	OK
	ウナ節点							OK
左側壁	表節点	-17.600	34.923	34.749	1.6	79.4	0.11	OK
	ハンチ点	-9.416	34.173	34.255	1.1	39.1	0.11	OK
	max点	14.560	0.000	31.132	1.1	21.4	0.00	OK
右側壁	ハンチ点	-6.514	31.804	28.205	0.8	22.4	0.11	OK
	ウナ節点	-14.225	32.554	27.711	1.3	64.6	0.11	OK
	ウナ節点	-12.997	25.846	25.597	1.3	31.9	0.11	OK
表側壁	ハンチ点	-7.012	23.816	26.998	1.2	20.0	0.12	OK
	max点	6.823	0.000	34.184	1.5	44.5	0.00	OK
	max点	-11.135	25.610	42.519	1.8	31.8	0.13	OK
ウナ側壁	下節点	-17.600	27.452	43.920	1.8	40.0	0.12	OK
	上節点	-9.622	16.765	23.228	1.0	22.1	0.07	OK
	ハンチ点	-5.832	15.642	24.629	1.0	15.9	0.08	OK
ウナ側壁	max点	3.811	0.000	32.081	0.8	12.0	0.00	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-9.134	19.408	40.150	1.5	24.3	0.10	OK
ウナ側壁	下節点	-14.225	21.031	41.551	1.5	30.3	0.09	OK

荷重状態2		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
		kN・m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂版	表節点	-7.588	17.596	12.079	1.2	57.1	0.08	OK
	ハンチ点	-3.619	16.473	12.079	0.9	30.8	0.08	OK
	max点	7.617	0.000	12.079	1.2	28.0	0.00	OK
底版	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
	ウナ節点							OK
左側壁	表節点	-9.179	29.492	12.213	0.8	48.2	0.10	OK
	ハンチ点	-2.232	28.836	12.213	0.2	5.3	0.10	OK
	max点	17.438	0.000	12.213	1.3	31.5	0.00	OK
右側壁	ハンチ点							OK
	ウナ節点							OK
	ウナ節点							OK
表側壁	上節点	-7.588	9.475	21.339	0.8	16.4	0.04	OK
	ハンチ点	-5.381	8.706	22.564	0.9	14.7	0.04	OK
	max点	-0.402	0.000	28.771	0.2	-1.2	0.00	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-6.898	9.128	36.131	1.1	16.4	0.05	OK
	下節点	-9.179	9.756	37.356	0.9	16.2	0.04	OK
	ウナ側壁	ハンチ点						OK
ウナ側壁	max点							OK
ウナ側壁	ハンチ点							OK
ウナ側壁	下節点							OK

地震時 $\kappa=0.144$		曲げモーメント M	せん断力 S	軸力 N	圧縮 σ_c	引張 σ_s	せん断 τ	判定
		kN・m/m	kN/m	kN/m	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	
頂版	表節点	-12.833	16.246	38.390	1.9	75.2	0.07	OK
	ハンチ点	-9.200	15.285	37.528	2.1	70.0	0.08	OK
	max点	1.924	0.000	31.846	0.3	0.1	0.00	OK
底版	ハンチ点	-6.298	12.916	26.961	1.5	46.4	0.06	OK
	ウナ節点	-9.458	13.877	26.099	1.4	58.0	0.06	OK
	ウナ節点							OK
左側壁	表節点	-19.306	26.429	45.658	1.7	78.7	0.09	OK
	ハンチ点	-13.122	25.868	45.165	1.6	57.2	0.09	OK
	max点	5.197	0.000	42.009	0.4	2.2	0.00	OK
右側壁	ハンチ点	-10.220	23.500	39.114	1.2	40.4	0.08	OK
	ウナ節点	-15.930	24.061	38.620	1.4	63.9	0.08	OK
	ウナ節点							OK
表側壁	上節点	-12.833	30.956	19.451	1.3	33.5	0.14	OK
	ハンチ点	-5.748	28.701	20.500	0.9	16.9	0.14	OK
	max点	11.460	0.000	25.996	2.7	112.8	0.00	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-10.867	32.751	32.113	1.8	34.4	0.16	OK
	下節点	-19.306	35.310	33.161	2.0	49.1	0.16	OK
	ウナ側壁	ハンチ点	-9.458	21.875	17.082	1.0	23.7	0.10
ウナ側壁	max点	-4.568	20.527	18.131	0.8	12.8	0.10	OK
ウナ側壁	ハンチ点	8.468	0.000	23.814	2.0	77.5	0.00	OK
ウナ側壁	ハンチ点	-8.866	26.549	29.744	1.5	26.8	0.13	OK
ウナ側壁	下節点	-15.930	28.889	30.793	1.6	39.3	0.13	OK

既存防火水槽（角型） 設計計算書

設置年数 昭和44年 中央分離帯

容 量 40 m³級

土 被 り 1.00 m

上載荷重 T-25 荷重

規 格 B(短辺) H(高さ) L(長辺)
2.70 m × 2.00 m × 7.50 m

1 設計条件

1.1 設計条件

(1) 自重及び地盤の性状

1) 自重

鉄筋コンクリート $\gamma_c = 24.50 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

2) 地盤の性状

土の単位体積重量 $\gamma = 17.70 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

飽和土の単位体積重量 $\gamma_s = 19.60 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

土の水中単位体積重量 $\gamma' = 9.80 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

土の内部摩擦角 $\phi = 20.00 \text{ (}^\circ\text{)}$

水の単位体積重量 $\gamma_w = 9.80 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

舗装厚の単位体積重量 $\gamma_a = 22.50 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

(2) 許容応力度

コンクリート 設計基準強度 $\sigma_{ck} = 21.00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

圧縮応力度 常時 $\sigma_{ca} = 8.00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

地震時 $\sigma_{ca}' = 12.00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

せん断応力度 常時 $\tau_{a1} = 0.360 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

地震時 $\tau_{a1}' = 0.540 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

鉄筋 (SR235) 常時 $\sigma_{sa} = 100.00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

地震時 $\sigma_{sa}' = 210.00 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

(3) 地下水圧

地下水面は、GL - 考慮しない (m)

(4) 設計震度

設計水平震度 $K_h = 0.288$

設計鉛直震度 $K_v = \pm 0.144$

(5) 水平土圧係数

1) 常時 $K = 0.50$

2) 地震時 物部一岡部式より

$\theta = \delta = \alpha = 0$ として K_e を求めると、

主働土圧係数

$$K_e = \frac{\cos^2(\phi - \theta_0)}{\cos^2 \theta_0 \left[1 + \frac{\sin \phi \cdot \sin(\phi - \theta_0)}{\cos \theta_0} \right]^2} = \begin{cases} 0.743 & K_v = +0.144 \text{の時} \\ 0.929 & K_v = -0.144 \text{の時} \end{cases}$$

受働土圧係数

$$K_p = \frac{\cos^2(\phi - \theta_0)}{\cos^2 \theta_0 \left[1 - \frac{\sin \phi \cdot \sin(\phi - \theta_0)}{\cos \theta_0} \right]^2} = \begin{cases} 1.603 & K_v = +0.144 \text{の時} \\ 1.356 & K_v = -0.144 \text{の時} \end{cases}$$

$$\theta_0 = \tan^{-1} \frac{K_h}{1 \pm K_v} = \begin{cases} 14.13 \text{ (deg)} & K_v = +0.144 \text{の時} \\ 18.60 \text{ (deg)} & K_v = -0.144 \text{の時} \end{cases}$$

(6) 上載荷重

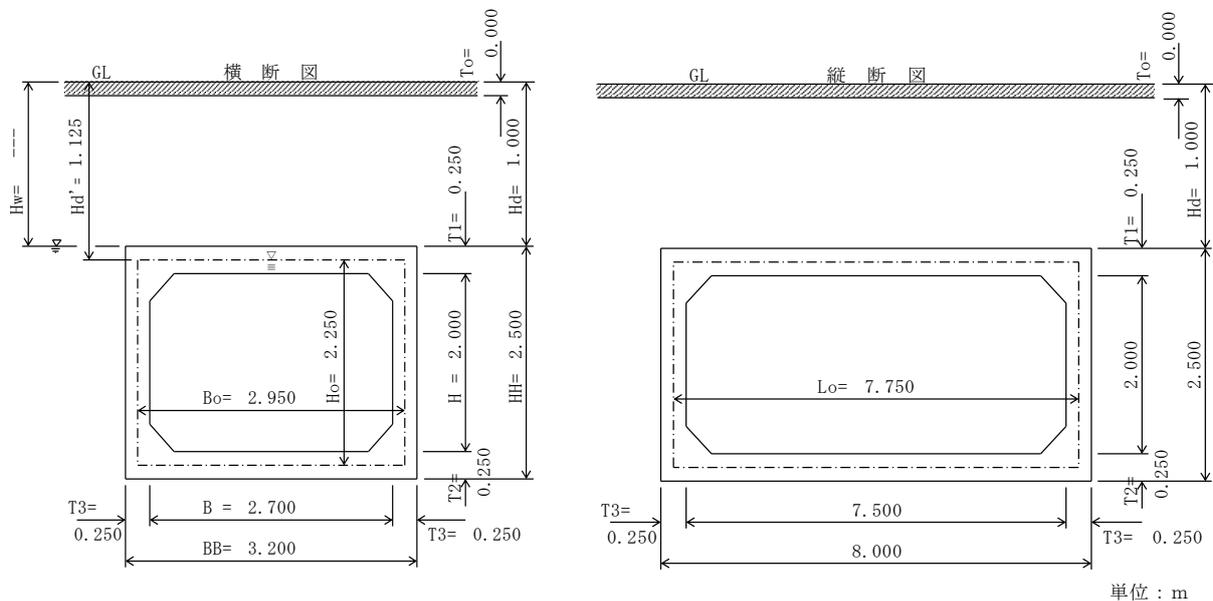
交通荷重 $T = 25$ 荷重 [250 kN] (低減係数 $\beta = 0.9$)
 接近荷重 $QQ = 10$ kN/m²
 衝撃係数 $i = 0.3$

(7) 鉄筋の被り

コンクリート表面から鉄筋中心までの距離

水槽内側 $d = 40.0$ (mm)
 水槽外側 $d' = 40.0$ (mm)

1.2 断面形状

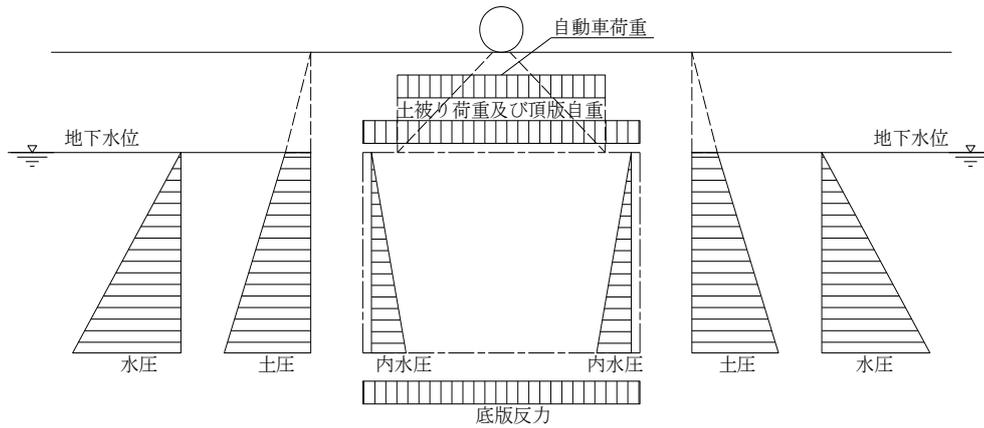


2 防火水槽の設計

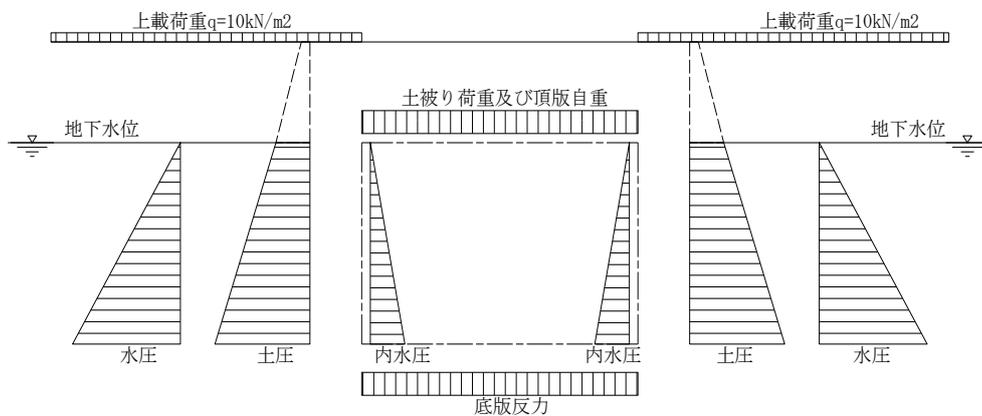
2.1 荷重

2.1.1 荷重組合せ

(1) 荷重状態 1

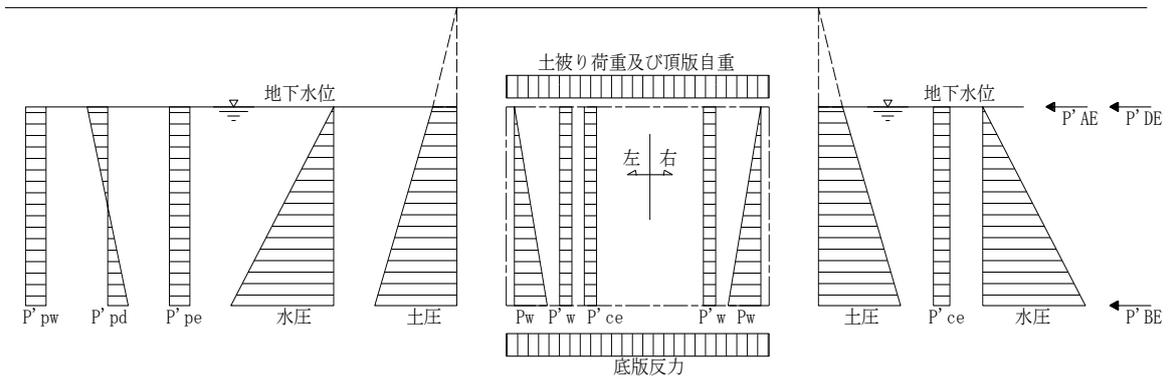


(2) 荷重状態 2



荷重の方向	荷重の種類	荷重状態 1	荷重状態 2
水平方向	土圧	○	○
	地下水圧	○	○
	内水圧	○	○
鉛直方向	自動車荷重	○	
	コンクリート自重	○	○
	(頂版用) 土被り荷重	○	○
	底版反力	○	○
	上載荷重 (接近荷重)		○
	内水圧	○	○

(3) 地震時荷重



- ここで、
- P_w : 内水圧
 - P'_w : 内水の動水圧
 - P'_{pw} : 内水動水圧による抵抗土圧
 - P'_{ce} : 水槽側版自重の水平慣性力
 - P'_{pe} : 水槽側版自重の水平慣性力による抵抗土圧
 - P'_{AE} : 水槽頂版自重の水平慣性力
 - P'_{DE} : 土被り土の水平慣性力
 - P'_{BE} : 水槽底版自重の水平慣性力
 - P'_{pd} : P'_{DE} 、 P'_{AE} 、 P'_{BE} による抵抗土圧

荷重の方向	荷重の種類	$k_v=+0.144$	$k_v=-0.144$
水平方向	地下水圧	○	○
	内水圧	○	○
	自重及び固定負載重量による慣性力	○	○
	地震時土圧	○	○
	内水の地震時動水圧	○	○
鉛直方向	上載荷重		
	自重による慣性力	○	○
	(頂版用) 土被り荷重による慣性力	○	○
	底版反力	○	○

2.2 荷重の算出

2.2.1 常時の荷重

(1) 荷重状態 1

1) 載荷重

$$\text{上載荷重 } W1 = 0.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$\text{交通荷重 } W2 = \frac{P}{F} = \frac{85.09}{2.45} = 34.73 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

ここに、後輪の車両方向単位長さ当りの荷重 P

$$P = \frac{2 \cdot P \cdot \beta \cdot (1+i)}{BB} = 85.09 \text{ (kN/m)}$$

ここで、後輪荷重	P	=	100.0 (kN)
低減係数	β	=	0.9
衝撃係数	i	=	0.3
車両占有幅	BB	=	2.750 (m)

$$\text{交通荷重の分布幅 } F = 0.20 + 2 \cdot Hd' = 2.450 \text{ (m)}$$

2) 土被り荷重及び頂版自重

$$\begin{aligned} Wa &= \{ \gamma \cdot Hd + To \cdot (\gamma a - \gamma) \} + \gamma c \cdot T1 \\ &= \{ 17.70 \times 1.00 + 0.00 \times (22.50 - 17.70) \} + 24.50 \times 0.25 \\ &= 23.83 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

3) 底版反力

$$\begin{aligned} Wb &= Wa + W1 + W2 \cdot F / Bo + 2 \cdot \gamma c \cdot T3 \cdot Ho / Bo \\ &= 0.00 + 23.83 + 34.73 \times 2.45 / 2.95 + 2 \times 24.50 \times 0.25 \times 2.25 / 2.95 \\ &= 62.01 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

4) 側壁に作用する荷重

$$\begin{aligned} Ps1 &= K \cdot \{ \gamma a \cdot To + \gamma \cdot (Hd' - To) + W1 \} \\ &= 0.50 \times \{ 22.50 \times 0.00 + 17.70 \times (1.13 - 0.00) + 0.00 \} \\ &= 9.96 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ps2 &= K \cdot \{ \gamma \cdot (Hd' + Ho) + To \cdot (\gamma a - \gamma) + W1 \} - \gamma w \cdot Hw' \\ &= 0.50 \times \{ 17.70 \times (1.13 + 2.25) + 0.00 \times (22.50 - 17.70) + 0.00 \} - 9.80 \times 2.25 \\ &= 7.82 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

(2) 荷重状態2

1) 接近荷重

$$Q_Q = 10.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

2) 土被り荷重及び頂版自重

$$W_a = 23.83 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

3) 底版反力

$$\begin{aligned} W_b &= W_a + 2 \cdot \gamma_c \cdot T_3 \cdot H_o / B_o \\ &= 23.83 + 2 \times 24.50 \times 0.25 \times 2.25 / 2.95 \\ &= 33.17 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

4) 側壁に作用する荷重

$$\begin{aligned} P_{s1} &= K \cdot \{ \gamma \cdot H_d' + t \cdot (\gamma_a - \gamma) \} + K \cdot Q_Q \\ &= 0.50 \times \{ 17.70 \times 1.13 + 0.00 \times (22.50 - 17.70) \} + 0.50 \times 10.00 \\ &= 14.96 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{s2} &= K \cdot \{ \gamma_a \cdot T_o + \gamma \cdot (H_w - T_o) + \gamma' \cdot (H_d' + H_o - H_w) \} + \gamma_w \cdot (H_d' + H_o - H_w) - \gamma_w \cdot H_w' + K \cdot Q_Q \\ &= 0.50 \times \{ 22.50 \times 0.00 + 17.70 \times (3.38 - 0.00) + 9.80 \times (1.13 + 2.25 - 3.38) \} + 9.80 \times (1.13 + 2.25 - 3.38) - 9.80 \times 2.25 + 0.50 \times 10.00 \\ &= 12.82 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

2.2.2 地震時の荷重

(1) 鉛直荷重

1) 地震時上載荷重

$$W1 = 0.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

2) 土被り荷重及び頂版自重

$$W_a = 23.83 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

3) 底版反力

$$W_b = W_a + W1 + 2 \cdot \gamma_c \cdot T3 \cdot Ho / Bo = 33.17 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

4) 鉛直荷重の慣性力

a) $K_v = +0.144$ の鉛直荷重

$$W'1 = W1 \cdot (1 + 0.144) = 0.00 \times 1.144 = 0.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$W'a = W_a \cdot (1 + 0.144) = 23.83 \times 1.144 = 27.26 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$W'b = W_b \cdot (1 + 0.144) = 33.17 \times 1.144 = 37.94 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

b) $K_v = -0.144$ の鉛直荷重

$$W'1 = W1 \cdot (1 - 0.144) = 0.00 \times 0.856 = 0.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$W'a = W_a \cdot (1 - 0.144) = 23.83 \times 0.856 = 20.39 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$W'b = W_b \cdot (1 - 0.144) = 33.17 \times 0.856 = 28.39 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

(2) 土圧

1) $K_v = +0.144$ の時

$$\begin{aligned} Ps'1 &= Ke \cdot \{ \gamma \cdot Hd' + To \cdot (\gamma_a - \gamma) + W1 \} \\ &= 0.743 \times \{ 17.7 \times 1.13 + 0.00 \times (22.5 - 17.7) + 0.00 \} \\ &= 14.79 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ps'2 &= Ke \cdot \{ \gamma_a \cdot To + \gamma \cdot (Hw - To) + \gamma' \cdot (Hd' + Ho - Hw) + W1 \} + \gamma_w \cdot (Hd' + Ho - Hw) \\ &= 0.743 \times \{ 22.5 \times 0.00 + 17.7 \times (3.38 - 0.00) + 9.8 \times (1.13 + 2.25 - 3.38) + 0.00 \} + 9.8 \times (1.13 + 2.25 - 3.38) \\ &= 44.38 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

2) $K_v = -0.144$ の時

$$\begin{aligned} Ps'1 &= Ke \cdot \{ \gamma \cdot Hd' + To \cdot (\gamma_a - \gamma) + W1 \} \\ &= 0.929 \times \{ 17.7 \times 1.13 + 0.00 \times (22.5 - 17.7) + 0.00 \} \\ &= 18.50 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ps'2 &= Ke \cdot \{ \gamma_a \cdot To + \gamma \cdot (Hw - To) + \gamma' \cdot (Hd' + Ho - Hw) + W1 \} + \gamma_w \cdot (Hd' + Ho - Hw) \\ &= 0.929 \times \{ 22.5 \times 0.00 + 17.7 \times (3.38 - 0.00) + 9.8 \times (1.13 + 2.25 - 3.38) + 0.00 \} + 9.8 \times (1.13 + 2.25 - 3.38) \\ &= 55.50 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

(3) 内水圧及び内水動水圧

1) 内水圧

$$\begin{aligned} P_w &= \gamma_w \cdot H_w' \\ &= 9.80 \times 2.25 = 22.05 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

2) 内水の動水圧

$$\begin{aligned} P'w &= K_h \cdot \gamma_w \cdot B_o/2 \\ &= 0.288 \times 9.80 \times 2.95 / 2 = 4.16 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

3) 内水の動水圧による抵抗土圧

$$P'pw = 2 \cdot P'w = 2 \times 4.16 = 8.33 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

(4) 上載荷重、上載土、頂版、底版に作用する水平慣性力

1) 水槽側版自重の水平慣性力

$$\begin{aligned} P'ce &= K_h \cdot \gamma_c \cdot T_3 \\ &= 0.288 \times 24.5 \times 0.25 = 1.76 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

2) 水槽側版自重の水平慣性力による抵抗土圧

$$\begin{aligned} P'pe &= K_h \cdot \gamma_c \cdot T_3 \\ &= 0.288 \times 24.5 \times 0.25 \\ &= 1.76 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

3) 土被り土の水平慣性力

$$\begin{aligned} P'DE &= K_h \cdot \{(\gamma_a - \gamma) \cdot T_o + \gamma \cdot H_d + W_1\} \\ &= 0.288 \times \{(22.50 - 17.70) \times 0.00 + 17.70 \times 1.00 + 0.00\} \\ &= 5.10 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

4) 水槽頂版自重の水平慣性力

$$\begin{aligned} P'AE &= K_h \cdot \gamma_c \cdot T_1 \\ &= 0.288 \times 24.5 \times 0.250 = 1.76 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

5) 水槽底版自重の水平慣性力

$$\begin{aligned} P'BE &= K_h \cdot \gamma_c \cdot T_2 \\ &= 0.288 \times 24.5 \times 0.250 = 1.76 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

6) P'DE・P'AE・P'BEによる抵抗土圧

$$\begin{aligned} P'pd1 &= \{4 \cdot (P'DE + P'AE) - 2 \cdot P'BE\} \cdot B_o/H_o \\ &= \{4 \times (5.10 + 1.76) - 2 \times 1.76\} \times 2.950 / 2.25 \\ &= 31.36 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P'pd2 &= \{4 \cdot P'BE - 2 \cdot (P'DE + P'AE)\} \cdot B_o/H_o \\ &= \{4 \times 1.76 - 2 \times (5.10 + 1.76)\} \times 2.950 / 2.25 \\ &= -8.74 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

(5) 地震時荷重の合成

1) $K_v=+0.144$ の時

$$\begin{aligned}W_t &= W'_1 + W'_a &= 0.00 + 27.26 &= 27.26 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\W_b &= W'_b &= 37.94 &= 37.94 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\q_c &= P'_s1 + P'_w + P'_ce &= 14.79 + 4.16 + 1.76 &= 20.72 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\q_d &= P'_s2 - P_w + P'_w + P'_ce &= 44.38 - 22.05 + 4.16 + 1.76 &= 28.26 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\P_1 &= P'_AE + P'_DE &= 1.76 + 5.10 &= 6.86 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\P_2 &= P'_BE &= 1.76 &= 1.76 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\q_B &= P'_s1 - P'_w + P'_pw + P'_pd1 + P'_pe \\&= 14.79 - 4.16 + 8.33 + 31.36 + 1.76 &= 52.08 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\q_A &= P'_s2 - P_w - P'_w + P'_pw + P'_pd2 + P'_pe \\&= 44.38 - 22.1 - 4.16 + 8.33 + -8.74 + 1.76 &= 19.52 \text{ (kN/m}^2\text{)}\end{aligned}$$

2) $K_v=-0.144$ の時

$$\begin{aligned}W_t &= W'_1 + W'_a &= 0.00 + 20.39 &= 20.39 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\W_b &= W'_b &= 28.39 &= 28.39 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\q_c &= P'_s1 + P'_w + P'_ce &= 18.50 + 4.16 + 1.76 &= 24.43 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\q_d &= P'_s2 - P_w + P'_w + P'_ce &= 55.50 - 22.05 + 4.16 + 1.76 &= 39.37 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\P_1 &= P'_AE + P'_DE &= 1.76 + 5.10 &= 6.86 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\P_2 &= P'_BE &= 1.76 &= 1.76 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\q_B &= P'_s1 - P'_w + P'_pw + P'_pd1 + P'_pe \\&= 18.50 - 4.16 + 8.33 + 31.36 + 1.76 &= 55.79 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\q_A &= P'_s2 - P_w - P'_w + P'_pw + P'_pd2 + P'_pe \\&= 55.50 - 22.05 - 4.16 + 8.33 + -8.74 + 1.76 &= 30.63 \text{ (kN/m}^2\text{)}\end{aligned}$$

2.2.3 端面部材に作用する荷重

(1) 常時の荷重

1) 荷重状態 1

$$\begin{aligned} q_1 &= P_{s1} \\ &= 9.96 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_2 &= P_{s2} \\ &= 7.82 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

2) 荷重状態 2

$$\begin{aligned} q_1 &= P_{s1} \\ &= 14.96 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_2 &= P_{s2} \\ &= 12.82 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

(2) 地震時の荷重

1) 内水の動水圧

$$\begin{aligned} P'_{wr} &= K_h \cdot \gamma_w \cdot L_o / 2 \\ &= 0.288 \times 9.80 \times 7.75 / 2 = 10.94 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

2) 地震時の荷重

1) $K_v=+0.144$ の時

$$\begin{aligned} q' 1 &= P_{s' 1} + P'_{wr} + P'_{ce} \\ &= 27.50 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q' 2 &= P_{s' 2} - P_w + P'_{wr} + P'_{ce} \\ &= 35.04 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

2) $K_v=-0.144$ の時

$$\begin{aligned} q' 1 &= P_{s' 1} + P'_{wr} + P'_{ce} \\ &= 31.20 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

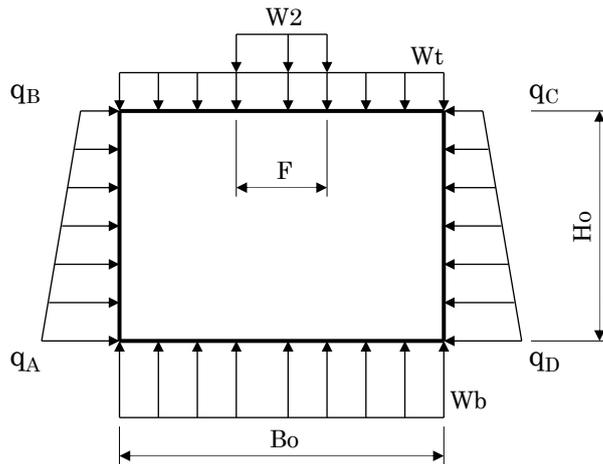
$$\begin{aligned} q' 2 &= P_{s' 2} - P_w + P'_{wr} + P'_{ce} \\ &= 46.15 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

2.2.4 荷重状態図

(1) 常時の検討

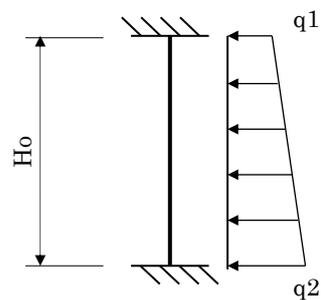
1) 常時 荷重状態 1

中間ボックス部材



$$\begin{aligned} W2 &= 34.73 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ Wt &= 23.83 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ Wb &= 62.01 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ qA &= 7.82 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ qB &= 9.96 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ qC &= 9.96 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ qD &= 7.82 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

端面部材

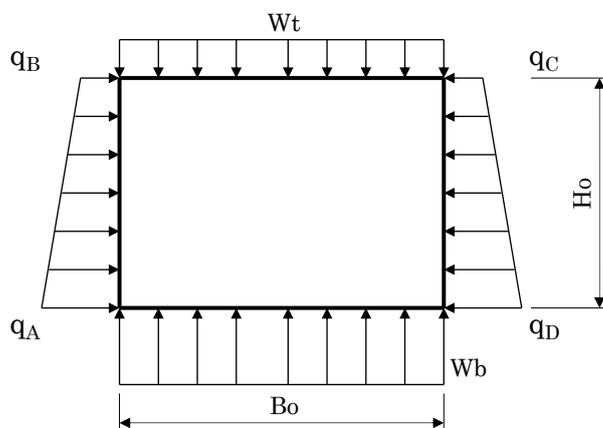


$$\begin{aligned} q1 &= 9.96 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ q2 &= 7.82 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= 2.450 \text{ (m)} \\ B_o &= 2.950 \text{ (m)} \\ H_o &= 2.250 \text{ (m)} \end{aligned}$$

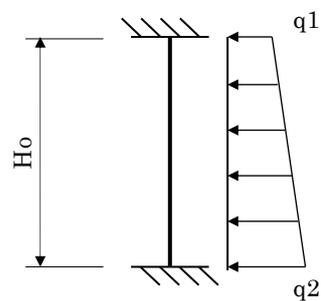
2) 常時 荷重状態 2

中間ボックス部材



$$\begin{aligned} Wt &= 23.83 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ Wb &= 33.17 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ qA &= 12.82 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ qB &= 14.96 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ qC &= 14.96 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ qD &= 12.82 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

端面部材



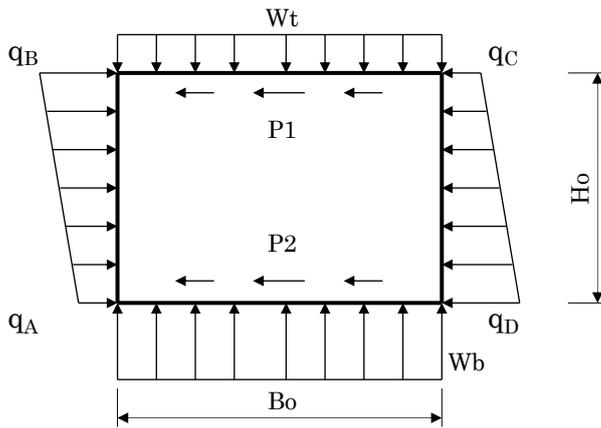
$$\begin{aligned} q1 &= 14.96 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ q2 &= 12.82 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_o &= 2.950 \text{ (m)} \\ H_o &= 2.250 \text{ (m)} \end{aligned}$$

(2) 地震時の検討

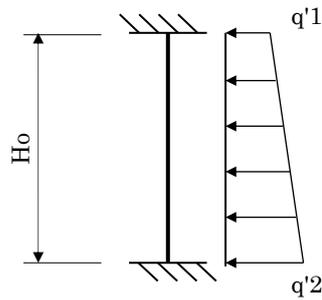
1) 地震時 $k_v=+0.144$

中間ボックス部材



W_t	=	27.26	(kN/m ²)
W_b	=	37.94	(kN/m ²)
q_A	=	19.52	(kN/m ²)
q_B	=	52.08	(kN/m ²)
q_C	=	20.72	(kN/m ²)
q_D	=	28.26	(kN/m ²)
P_1	=	6.86	(kN/m ²)
P_2	=	1.76	(kN/m ²)

端面部材

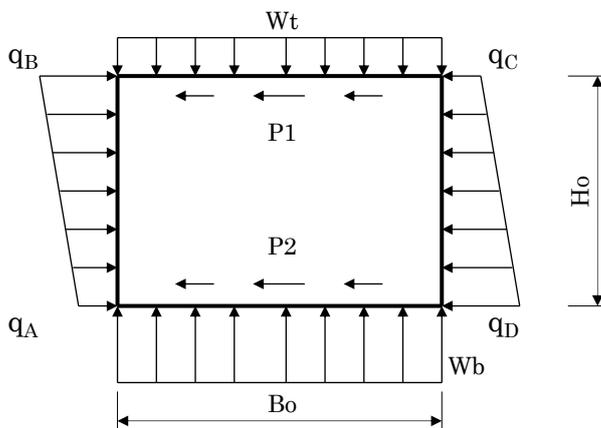


$q'1$	=	27.50	(kN/m ²)
$q'2$	=	35.04	(kN/m ²)

B_o	=	2.950	(m)
H_o	=	2.250	(m)

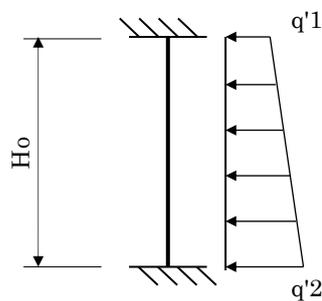
2) 地震時 $k_v=-0.144$

中間ボックス部材



W_t	=	20.39	(kN/m ²)
W_b	=	28.39	(kN/m ²)
q_A	=	30.63	(kN/m ²)
q_B	=	55.79	(kN/m ²)
q_C	=	24.43	(kN/m ²)
q_D	=	39.37	(kN/m ²)
P_1	=	6.86	(kN/m ²)
P_2	=	1.76	(kN/m ²)

端面部材

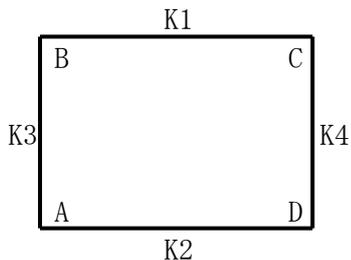


$q'1$	=	31.20	(kN/m ²)
$q'2$	=	46.15	(kN/m ²)

B_o	=	2.950	(m)
H_o	=	2.250	(m)

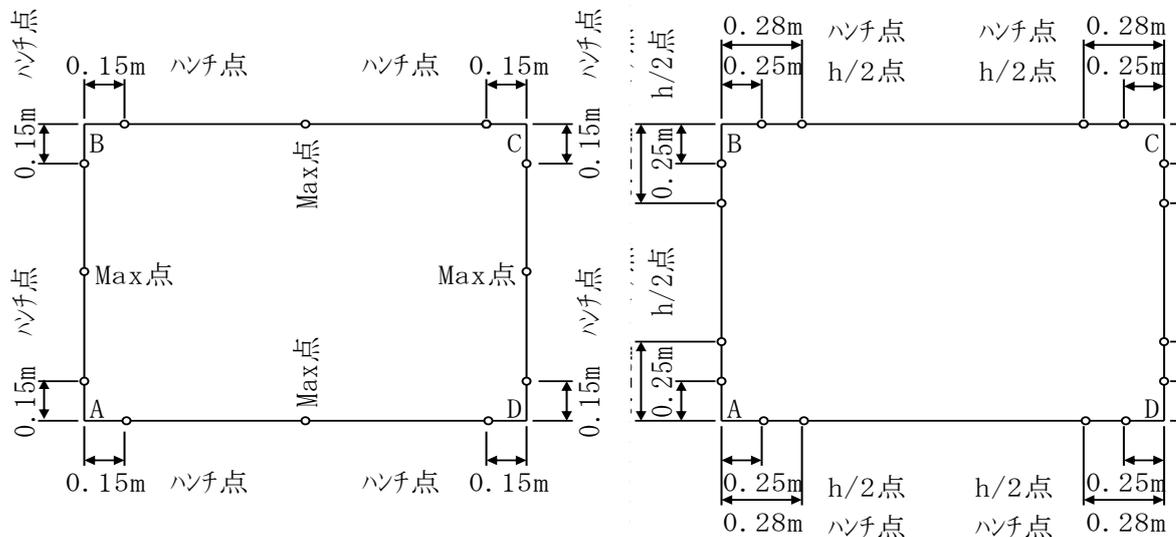
2.3 中間ボックス部材の検討

下図において、 $K_3=1$ としたときの頂版、底版の剛比 K_1 、 K_2 は以下の様に求める。



部 材	断面2次モーメント	剛比
頂 版	$I_1 = \frac{L \cdot T_1^3}{12} = 0.0013 \quad (\text{m}^4)$	$K_1 = \frac{I_1}{I_3} \cdot \frac{H_0}{B_0} = 0.763$
底 版	$I_2 = \frac{L \cdot T_2^3}{12} = 0.0013 \quad (\text{m}^4)$	$K_2 = \frac{I_2}{I_3} \cdot \frac{H_0}{B_0} = 0.763$
左側壁	$I_3 = \frac{L \cdot T_3^3}{12} = 0.0013 \quad (\text{m}^4)$	$K_3 = 1.000$
右側壁	$I_4 = \frac{L \cdot T_3^3}{12} = 0.0013 \quad (\text{m}^4)$	$K_4 = \frac{I_4}{I_3} = 1.000$

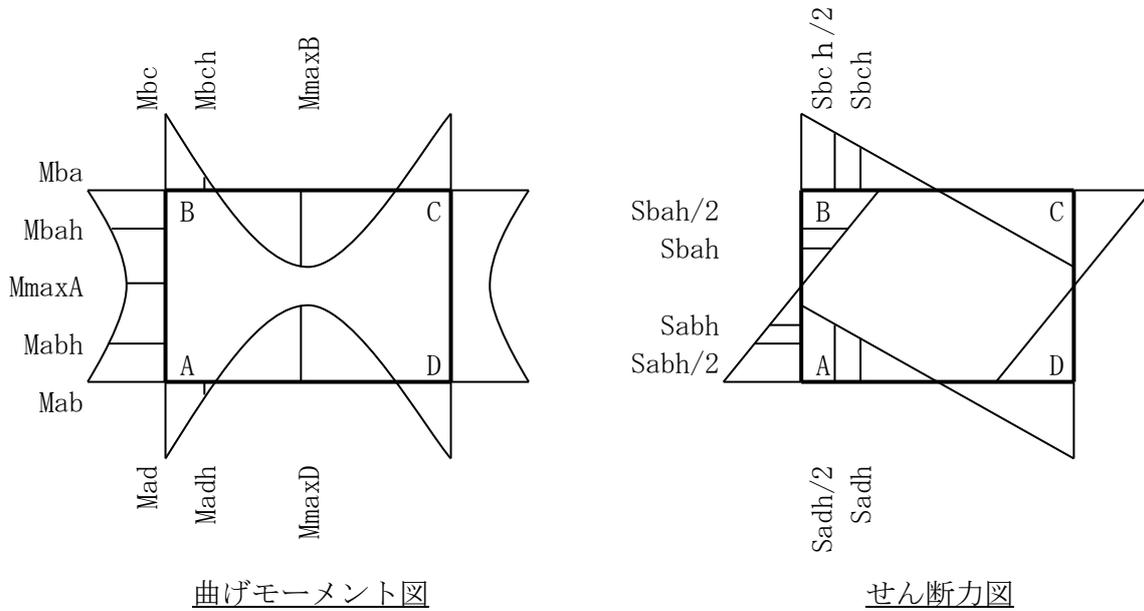
また、断面力の照査位置を下図に示す。



(1) 断面力の算出

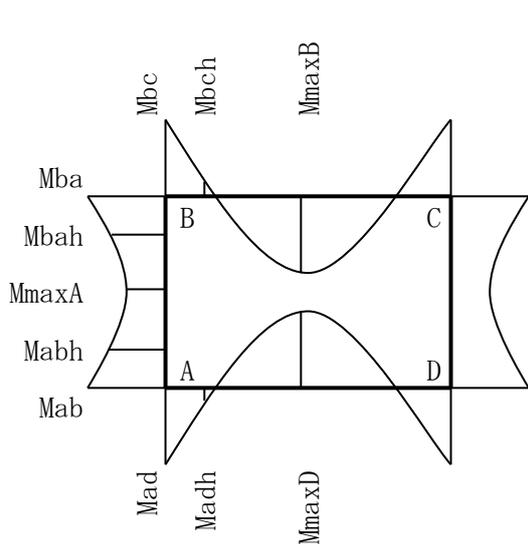
たわみ角法を用いて行なった計算結果を以下に示す。

1) 常時

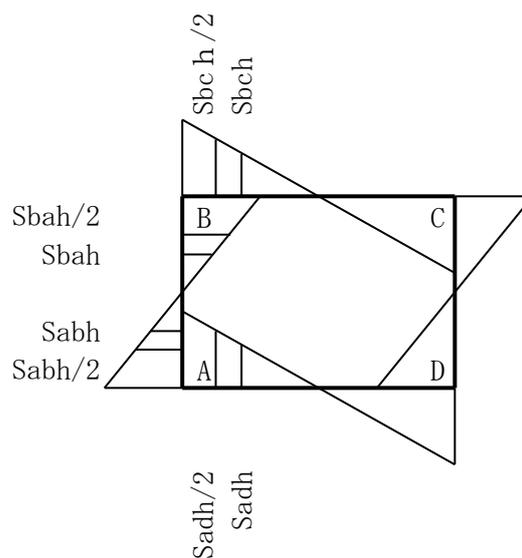


部 材	照査位置	常時 荷重状態 1			常時 荷重状態 2		
		曲げモーメント M (kN・m/m)	せん断力 S (kN/m)	軸力 N (kN/m)	曲げモーメント M (kN・m/m)	せん断力 S (kN/m)	軸力 N (kN/m)
頂 版	節点 (h/2)	-24.74	71.73	9.16	-11.58	29.19	13.64
	ハンチ点	-13.36	70.27	9.16	-6.57	28.59	13.64
	max 点	37.87	0.00	9.16	14.34	0.00	13.64
底 版	節点 (h/2)	-27.52	-75.97	10.83	-16.94	-40.63	17.61
	ハンチ点	-14.50	-74.42	10.83	-9.98	-39.80	17.61
	max 点	39.94	0.00	10.83	19.14	0.00	17.61
側 壁	上節点 (h/2)	-24.74	6.70	77.69	-11.58	9.93	35.14
	ハンチ点	-23.48	6.46	78.61	-9.70	9.56	36.06
	max 点	-20.39	0.00	83.60	-5.23	0.00	40.90
	ハンチ点	-25.99	-8.65	90.55	-14.45	-14.05	48.00
	下節点 (h/2)	-27.52	-8.85	91.47	-16.94	-14.37	48.92

2) 地震時



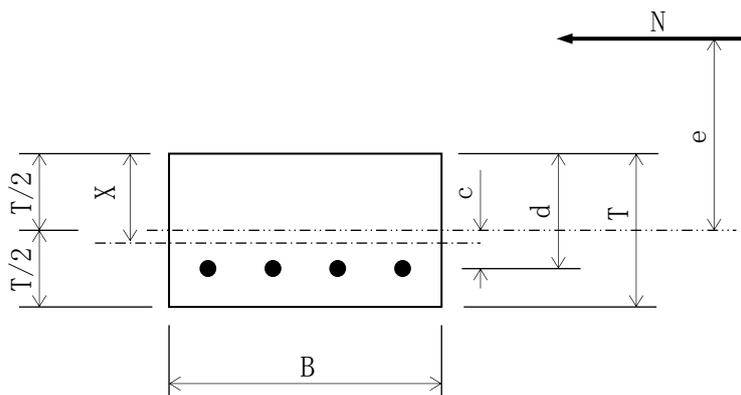
曲げモーメント図



せん断力図

部 材	照査位置	地震時 kv=+0.144			地震時 kv=-0.144		
		曲げモーメント M (kN・m/m)	せん断力 S (kN/m)	軸力 N (kN/m)	曲げモーメント M (kN・m/m)	せん断力 S (kN/m)	軸力 N (kN/m)
頂 版	左節点 (h/2)	-17.59	34.51	43.73	-16.28	26.11	51.31
	ハンチ点	-11.70	33.83	42.70	-11.83	25.60	50.28
	max 点	13.74	0.00	33.33	7.59	0.00	40.81
	ハンチ点	-8.72	-31.58	24.52	-8.85	-23.35	32.10
	右節点 (h/2)	-14.27	-32.26	23.49	-12.96	-23.86	31.07
底 版	左節点 (h/2)	-23.56	-47.61	36.82	-20.82	-35.91	45.91
	ハンチ点	-15.42	-46.66	36.56	-14.69	-35.20	45.65
	max 点	19.39	0.00	34.17	11.75	0.00	43.24
	ハンチ点	-12.44	44.41	31.88	-11.71	32.94	40.97
	右節点 (h/2)	-20.24	45.36	31.62	-17.50	33.65	40.71
左側壁	上節点 (h/2)	-17.59	-31.16	41.33	-16.28	-37.71	31.21
	ハンチ点	-11.61	-29.95	42.38	-9.21	-36.39	31.99
	max 点	2.53	0.00	48.13	9.01	0.00	36.58
	ハンチ点	-18.26	30.91	56.04	-14.28	37.06	42.22
	下節点 (h/2)	-23.56	31.49	57.09	-20.82	37.90	43.00
右側壁	上節点 (h/2)	-14.27	18.20	39.08	-12.96	24.75	28.96
	ハンチ点	-10.98	17.66	40.13	-8.58	24.10	29.74
	max 点	-1.68	0.00	46.40	4.96	0.00	34.75
	ハンチ点	-15.81	-23.97	53.79	-11.83	-30.13	39.97
	下節点 (h/2)	-20.24	-24.66	54.84	-17.50	-31.07	40.75

(2) 断面照査



- B : 部材幅
 - T : 部材厚 (M)、(S)
 - Do : 鉄筋被り
 - D : 有効高さ (M)、(S)
 - Ast : 引張鉄筋量
 - M : 作用モーメント
 - N : 作用軸力
 - S : 作用せん断力
 - e : 偏心距離
 - X : 中立軸距離
 - σ_c : コンクリートの圧縮応力度
 - σ_{st} : 引張鉄筋の引張応力度
 - τ : コンクリートのせん断応力度
 - σ_{ca} : コンクリートの許容圧縮応力度
 - σ_s : 鉄筋の許容引張応力度
 - τ_a : コンクリートの許容せん断応力度
- ※ (M)はモーメント検討時、(S)はせん断検討時の値を示す。

$$X^3 - 3 \cdot (T/2 - e) \cdot X^2 + 6 \cdot n \cdot A_s / B \cdot (e + c) \cdot X - 6 \cdot n \cdot A_s / B \cdot (c + T/2) \cdot (e + c) = 0$$

上式より、中立軸距離Xを算定する。

コンクリートの圧縮応力度 σ_c

$$\sigma_c = M / \{ B \cdot X/2 \cdot (T/2 - X/3) + n \cdot A_s \cdot c / X \cdot (c + T/2 - X) \}$$

鉄筋の引張応力度 σ_s

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c / X \cdot (c + T/2 - X)$$

コンクリートのせん断応力度 τ

$$\tau = S / (B \cdot d)$$

1) 荷重状態 1

		頂 版			底 版		
		節 点 (h/2点)	ハンチ点	MAX点	節 点 (h/2点)	ハンチ点	MAX点
B	(mm)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
T(M)	(mm)	300.0	250.0	250.0	300.0	250.0	250.0
T(S)	(mm)	258.3	250.0	250.0	258.3	250.0	250.0
Do	(mm)	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
D(M)	(mm)	260.0	210.0	210.0	260.0	210.0	210.0
D(S)	(mm)	218.3	210.0	210.0	218.3	210.0	210.0
A _{st}	(mm ²)	13 @200	13 @200	13 @100	13 @200	13 @200	13 @100
		665.0	665.0	1330.0	665.0	665.0	1330.0
M	(kN・m)	-24.74	-13.36	37.87	-27.52	-14.50	39.94
S	(kN)	71.73	70.27	0.00	75.97	74.42	0.00
N	(kN)	9.16	9.16	9.16	10.83	10.83	10.83
e	(mm)	2700.10	1457.77	4132.12	2540.77	1338.60	3686.57
X	(mm)	65.17	58.68	75.04	65.32	58.97	75.20
σ _c	(N/mm ²)	3.32	2.53	5.57	3.69	2.75	5.88
σ _{st}	(N/mm ²)	148.74	97.86	150.19	164.97	105.54	157.96
τ	(N/mm ²)	0.33	0.33	0.00	0.35	0.35	0.00
σ _{ca}	(N/mm ²)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
σ _{sa}	(N/mm ²)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
τ _a	(N/mm ²)	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360
判 定		OUT	OK	OUT	OUT	OUT	OUT

		側 壁				
		上節点 (h/2点)	ハンチ点	MAX点	ハンチ点	下節点 (h/2点)
B	(mm)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
T(M)	(mm)	300.0	250.0	250.0	250.0	300.0
T(S)	(mm)	258.3	250.0	250.0	250.0	258.3
Do	(mm)	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
D(M)	(mm)	260.0	210.0	210.0	210.0	260.0
D(S)	(mm)	218.3	210.0	210.0	210.0	218.3
A _{st}	(mm ²)	13 @100	13 @100	13 @100	13 @100	13 @100
		1330.0	1330.0	1330.0	1330.0	1330.0
M	(kN・m)	-24.74	-23.48	-20.39	-25.99	-27.52
S	(kN)	6.70	6.46	0.00	8.65	8.85
N	(kN)	77.69	78.61	83.60	90.55	91.47
e	(mm)	318.51	298.72	243.96	286.99	300.90
X	(mm)	111.23	93.37	98.30	94.25	113.04
σ _c	(N/mm ²)	2.69	3.61	3.16	4.00	2.99
σ _{st}	(N/mm ²)	53.87	67.68	53.81	73.73	58.34
τ	(N/mm ²)	0.03	0.03	0.00	0.04	0.04
σ _{ca}	(N/mm ²)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
σ _{sa}	(N/mm ²)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
τ _a	(N/mm ²)	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360
判 定		OK	OK	OK	OK	OK

2) 荷重状態2

		頂 版			底 版		
		節 点 (h/2点)	ハンチ点	MAX点	節 点 (h/2点)	ハンチ点	MAX点
B	(mm)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
T(M)	(mm)	300.0	250.0	250.0	300.0	250.0	250.0
T(S)	(mm)	258.3	250.0	250.0	258.3	250.0	250.0
Do	(mm)	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
D(M)	(mm)	260.0	210.0	210.0	260.0	210.0	210.0
D(S)	(mm)	218.3	210.0	210.0	218.3	210.0	210.0
A _{st}	(mm ²)	13 @200	13 @200	13 @100	13 @200	13 @200	13 @100
		665.0	665.0	1330.0	665.0	665.0	1330.0
M	(kN・m)	-11.58	-6.57	14.34	-16.94	-9.98	19.14
S	(kN)	29.19	28.59	0.00	40.63	39.80	0.00
N	(kN)	13.64	13.64	13.64	17.61	17.61	17.61
e	(mm)	848.73	481.90	1051.44	962.20	566.61	1086.98
X	(mm)	70.78	65.65	78.97	69.79	64.02	78.79
σ _c	(N/mm ²)	1.56	1.25	2.14	2.29	1.90	2.85
σ _{st}	(N/mm ²)	62.67	41.30	53.20	93.44	64.97	71.21
τ	(N/mm ²)	0.13	0.14	0.00	0.19	0.19	0.00
σ _{ca}	(N/mm ²)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
σ _{sa}	(N/mm ²)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
τ _a	(N/mm ²)	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360
判 定		OK	OK	OK	OK	OK	OK

		側 壁				
		上節点 (h/2点)	ハンチ点	MAX点	ハンチ点	下節点 (h/2点)
B	(mm)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
T(M)	(mm)	300.0	250.0	250.0	250.0	300.0
T(S)	(mm)	258.3	250.0	250.0	250.0	258.3
Do	(mm)	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
D(M)	(mm)	260.0	210.0	210.0	210.0	260.0
D(S)	(mm)	218.3	210.0	210.0	210.0	218.3
A _{st}	(mm ²)	13 @100	13 @100	13 @100	13 @100	13 @100
		1330.0	1330.0	1330.0	1330.0	1330.0
M	(kN・m)	-11.58	-9.70	-5.23	-14.45	-16.94
S	(kN)	9.93	9.56	0.00	14.05	14.37
N	(kN)	35.14	36.06	40.90	48.00	48.92
e	(mm)	329.41	268.93	127.90	300.92	346.30
X	(mm)	110.22	95.77	126.03	93.21	108.80
σ _c	(N/mm ²)	1.26	1.50	0.82	2.22	1.83
σ _{st}	(N/mm ²)	25.58	26.78	8.22	41.75	38.24
τ	(N/mm ²)	0.05	0.05	0.00	0.07	0.07
σ _{ca}	(N/mm ²)	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
σ _{sa}	(N/mm ²)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
τ _a	(N/mm ²)	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360
判 定		OK	OK	OK	OK	OK

3) 地震時 kv=+0.144

		頂 版				
		左節点 (h/2点)	ハンチ点	MAX点	ハンチ点	右節点 (h/2点)
B	(mm)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
T(M)	(mm)	300.0	250.0	250.0	250.0	300.0
T(S)	(mm)	258.3	250.0	250.0	250.0	258.3
Do	(mm)	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
D(M)	(mm)	260.0	210.0	210.0	210.0	260.0
D(S)	(mm)	218.3	210.0	210.0	210.0	218.3
A _{st}	(mm ²)	13 @200	13 @200	13 @100	13 @200	13 @200
		665.0	665.0	1330.0	665.0	665.0
M	(kN・m)	-17.59	-11.70	13.74	-8.72	-14.27
S	(kN)	34.51	33.83	0.00	31.58	32.26
N	(kN)	43.73	42.70	33.33	24.52	23.49
e	(mm)	402.29	273.99	412.31	355.55	607.63
X	(mm)	80.95	74.66	87.60	69.70	74.25
σ _c	(N/mm ²)	2.38	2.22	2.09	1.66	1.93
σ _{st}	(N/mm ²)	78.81	60.31	43.86	50.10	72.42
τ	(N/mm ²)	0.16	0.16	0.00	0.15	0.15
σ _{ca}	(N/mm ²)	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
σ _{sa}	(N/mm ²)	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00
τ _a	(N/mm ²)	0.540	0.540	0.540	0.540	0.540
判 定		OK	OK	OK	OK	OK

		底 版				
		左節点 (h/2点)	ハンチ点	MAX点	ハンチ点	右節点 (h/2点)
B	(mm)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
T(M)	(mm)	300.0	250.0	250.0	250.0	300.0
T(S)	(mm)	258.3	250.0	250.0	250.0	258.3
Do	(mm)	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
D(M)	(mm)	260.0	210.0	210.0	210.0	260.0
D(S)	(mm)	218.3	210.0	210.0	210.0	218.3
A _{st}	(mm ²)	13 @200	13 @200	13 @100	13 @200	13 @200
		665.0	665.0	1330.0	665.0	665.0
M	(kN・m)	-23.56	-15.42	19.39	-12.44	-20.24
S	(kN)	47.61	46.66	0.00	44.41	45.36
N	(kN)	36.82	36.56	34.17	31.88	31.62
e	(mm)	639.78	421.83	567.62	390.13	640.07
X	(mm)	73.62	67.24	83.63	68.30	73.62
σ _c	(N/mm ²)	3.19	2.94	2.93	2.37	2.74
σ _{st}	(N/mm ²)	120.95	93.56	66.37	73.72	103.92
τ	(N/mm ²)	0.22	0.22	0.00	0.21	0.21
σ _{ca}	(N/mm ²)	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
σ _{sa}	(N/mm ²)	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00
τ _a	(N/mm ²)	0.540	0.540	0.540	0.540	0.540
判 定		OK	OK	OK	OK	OK

		左 側 壁				
		上節点 (h/2点)	ハンチ点	MAX点	ハンチ点	下節点 (h/2点)
B	(mm)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
T(M)	(mm)	300.0	250.0	250.0	250.0	300.0
T(S)	(mm)	258.3	250.0	250.0	250.0	258.3
Do	(mm)	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
D(M)	(mm)	260.0	210.0	210.0	210.0	260.0
D(S)	(mm)	218.3	210.0	210.0	210.0	218.3
A _{st}	(mm ²)	13 @100	13 @100	13 @200	13 @100	13 @100
		1330.0	1330.0	665.0	1330.0	1330.0
M	(kN・m)	-17.59	-11.61	2.53	-18.26	-23.56
S	(kN)	31.16	29.95	0.00	30.91	31.49
N	(kN)	41.33	42.38	48.13	56.04	57.09
e	(mm)	425.67	273.97	52.47	325.87	412.63
X	(mm)	103.75	95.33	222.91	91.59	104.43
σ _c	(N/mm ²)	1.89	1.79	0.44	2.80	2.54
σ _{st}	(N/mm ²)	42.77	32.31	-0.38	54.33	56.70
τ	(N/mm ²)	0.14	0.14	0.00	0.15	0.14
σ _{ca}	(N/mm ²)	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
σ _{sa}	(N/mm ²)	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00
τ _a	(N/mm ²)	0.540	0.540	0.540	0.540	0.540
判 定		OK	OK	OK	OK	OK

		右 側 壁				
		上節点 (h/2点)	ハンチ点	MAX点	ハンチ点	下節点 (h/2点)
B	(mm)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
T(M)	(mm)	300.0	250.0	250.0	250.0	300.0
T(S)	(mm)	258.3	250.0	250.0	250.0	258.3
Do	(mm)	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
D(M)	(mm)	260.0	210.0	210.0	210.0	260.0
D(S)	(mm)	218.3	210.0	210.0	210.0	218.3
A _{st}	(mm ²)	13 @100	13 @100	13 @100	13 @100	13 @100
		1330.0	1330.0	1330.0	1330.0	1330.0
M	(kN・m)	-14.27	-10.98	-1.68	-15.81	-20.24
S	(kN)	18.20	17.66	0.00	23.97	24.66
N	(kN)	39.08	40.13	46.40	53.79	54.84
e	(mm)	365.23	273.72	36.18	293.94	369.03
X	(mm)	107.37	95.35	256.52	93.72	107.11
σ _c	(N/mm ²)	1.54	1.69	0.35	2.43	2.19
σ _{st}	(N/mm ²)	32.89	30.56	-0.96	45.29	46.83
τ	(N/mm ²)	0.08	0.08	0.00	0.11	0.11
σ _{ca}	(N/mm ²)	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
σ _{sa}	(N/mm ²)	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00
τ _a	(N/mm ²)	0.540	0.540	0.540	0.540	0.540
判 定		OK	OK	OK	OK	OK

4) 地震時 kv=-0.144

		頂 版				
		左節点 (h/2点)	ハンチ点	MAX点	ハンチ点	右節点 (h/2点)
B	(mm)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
T(M)	(mm)	300.0	250.0	250.0	250.0	300.0
T(S)	(mm)	258.3	250.0	250.0	250.0	258.3
Do	(mm)	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
D(M)	(mm)	260.0	210.0	210.0	210.0	260.0
D(S)	(mm)	218.3	210.0	210.0	210.0	218.3
A _{st}	(mm ²)	13 @200	13 @200	13 @100	13 @200	13 @200
		665.0	665.0	1330.0	665.0	665.0
M	(kN・m)	-16.28	-11.83	7.59	-8.85	-12.96
S	(kN)	26.11	25.60	0.00	23.35	23.86
N	(kN)	51.31	50.28	40.81	32.10	31.07
e	(mm)	317.34	235.30	186.08	275.68	417.23
X	(mm)	86.75	78.48	107.18	74.52	80.21
σ _c	(N/mm ²)	2.19	2.23	1.18	1.68	1.75
σ _{st}	(N/mm ²)	65.53	56.12	17.04	45.75	58.88
τ	(N/mm ²)	0.12	0.12	0.00	0.11	0.11
σ _{ca}	(N/mm ²)	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
σ _{sa}	(N/mm ²)	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00
τ _a	(N/mm ²)	0.540	0.540	0.540	0.540	0.540
判 定		OK	OK	OK	OK	OK

		底 版				
		左節点 (h/2点)	ハンチ点	MAX点	ハンチ点	右節点 (h/2点)
B	(mm)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
T(M)	(mm)	300.0	250.0	250.0	250.0	300.0
T(S)	(mm)	258.3	250.0	250.0	250.0	258.3
Do	(mm)	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
D(M)	(mm)	260.0	210.0	210.0	210.0	260.0
D(S)	(mm)	218.3	210.0	210.0	210.0	218.3
A _{st}	(mm ²)	13 @200	13 @200	13 @100	13 @200	13 @200
		665.0	665.0	1330.0	665.0	665.0
M	(kN・m)	-20.82	-14.69	11.75	-11.71	-17.50
S	(kN)	35.91	35.20	0.00	32.94	33.65
N	(kN)	45.91	45.65	43.24	40.97	40.71
e	(mm)	453.49	321.79	271.71	285.72	429.90
X	(mm)	78.64	71.41	95.53	73.75	79.62
σ _c	(N/mm ²)	2.81	2.79	1.81	2.22	2.36
σ _{st}	(N/mm ²)	97.36	81.32	32.58	61.57	80.35
τ	(N/mm ²)	0.16	0.17	0.00	0.16	0.15
σ _{ca}	(N/mm ²)	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
σ _{sa}	(N/mm ²)	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00
τ _a	(N/mm ²)	0.540	0.540	0.540	0.540	0.540
判 定		OK	OK	OK	OK	OK

		左 側 壁				
		上節点 (h/2点)	ハンチ点	MAX点	ハンチ点	下節点 (h/2点)
B	(mm)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
T(M)	(mm)	300.0	250.0	250.0	250.0	300.0
T(S)	(mm)	258.3	250.0	250.0	250.0	258.3
Do	(mm)	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
D(M)	(mm)	260.0	210.0	210.0	210.0	260.0
D(S)	(mm)	218.3	210.0	210.0	210.0	218.3
A _{st}	(mm ²)	13 @100	13 @100	13 @200	13 @100	13 @100
		1330.0	1330.0	665.0	1330.0	1330.0
M	(kN・m)	-16.28	-9.21	9.01	-14.28	-20.82
S	(kN)	37.71	36.39	0.00	37.06	37.90
N	(kN)	31.21	31.99	36.58	42.22	43.00
e	(mm)	521.76	287.79	246.34	338.34	484.13
X	(mm)	99.84	94.19	77.24	90.88	101.17
σ _c	(N/mm ²)	1.74	1.42	1.70	2.19	2.23
σ _{st}	(N/mm ²)	41.92	26.15	43.91	43.03	52.56
τ	(N/mm ²)	0.17	0.17	0.00	0.18	0.17
σ _{ca}	(N/mm ²)	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
σ _{sa}	(N/mm ²)	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00
τ _a	(N/mm ²)	0.540	0.540	0.540	0.540	0.540
判 定		OK	OK	OK	OK	OK

		右 側 壁				
		上節点 (h/2点)	ハンチ点	MAX点	ハンチ点	下節点 (h/2点)
B	(mm)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
T(M)	(mm)	300.0	250.0	250.0	250.0	300.0
T(S)	(mm)	258.3	250.0	250.0	250.0	258.3
Do	(mm)	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0
D(M)	(mm)	260.0	210.0	210.0	210.0	260.0
D(S)	(mm)	218.3	210.0	210.0	210.0	218.3
A _{st}	(mm ²)	13 @100	13 @100	13 @200	13 @100	13 @100
		1330.0	1330.0	665.0	1330.0	1330.0
M	(kN・m)	-12.96	-8.58	4.96	-11.83	-17.50
S	(kN)	24.75	24.10	0.00	30.13	31.07
N	(kN)	28.96	29.74	34.75	39.97	40.75
e	(mm)	447.66	288.50	142.76	296.07	429.40
X	(mm)	102.69	94.13	99.38	93.56	103.56
σ _c	(N/mm ²)	1.39	1.32	0.90	1.82	1.88
σ _{st}	(N/mm ²)	32.00	24.40	15.04	33.99	42.66
τ	(N/mm ²)	0.11	0.11	0.00	0.14	0.14
σ _{ca}	(N/mm ²)	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
σ _{sa}	(N/mm ²)	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00
τ _a	(N/mm ²)	0.540	0.540	0.540	0.540	0.540
判 定		OK	OK	OK	OK	OK

既存防火水槽 構造検討結果 17

円型防火水槽 昭和51年 (空地用) 計算結果

【常時】

断面力	単位	頂 版			底 版		
		Mmin	Mmax	S端部	Mmin	Mmax	S端部
M	(kN・m)	0.0	52.1		0.0	67.5	
N	(kN)	0.0	0.0		0.0	0.0	
S	(kN)			48.6			63.0
σ_c	(N/mm ²)	0.00	3.11		0.00	5.35	
σ_s	(N/mm ²)	0.00	77.93		0.00	120.80	
τ	(N/mm ²)			0.15			0.23
σ_{ca}	(N/mm ²)	9.0	9.0		9.0	9.0	
σ_{sa}	(N/mm ²)	120.0	120.0		120.0	120.0	
τ_a	(N/mm ²)			0.390			0.390
判定	(OUT)	OK	OK	OK	OK	OUT	OK

【地震時】

断面力	単位	セグメント (地震時 kv=0.144)				セグメント (地震時 kv=-0.144)			
		A点	B点	C点	せん断力	A点	B点	C点	せん断力
M	(kN・m)	65.5	-59.3	53.1		82.7	-76.5	70.4	
N	(kN)	49.7	155.6	24.1		49.7	181.3	24.1	
S	(kN)				29.2				42.0
σ_c	(N/mm ²)	29.76	20.67	24.49		37.85	26.95	32.58	
σ_s	(N/mm ²)	852.01	647.38	716.17		1095.68	865.42	959.87	
τ	(N/mm ²)				0.24				0.35
σ_{ca}	(N/mm ²)	13.5	13.5	13.5		13.5	13.5	13.5	
σ_{sa}	(N/mm ²)	270.0	270.0	270.0		270.0	270.0	270.0	
τ_a	(N/mm ²)				0.585				0.585
判定	(OUT)	OUT	OUT	OUT	OK	OUT	OUT	OUT	OK

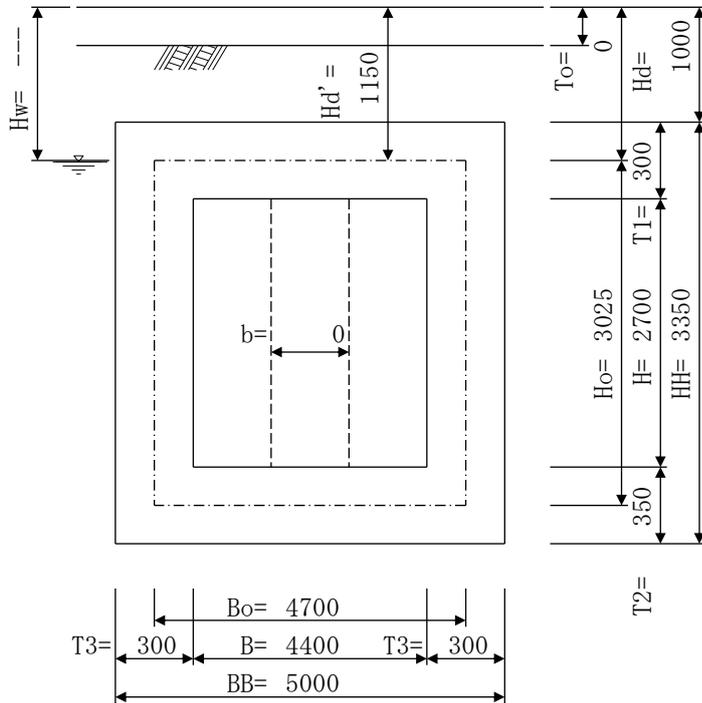
既存防火水槽（円型） 設計計算書

設置年数	平成2年
容 量	40 m ³ 級
土 被 り	1.00 m
上載荷重	T-25 荷重
規 格	B(内幅) H(内高) 4.40 m × 2.70 m

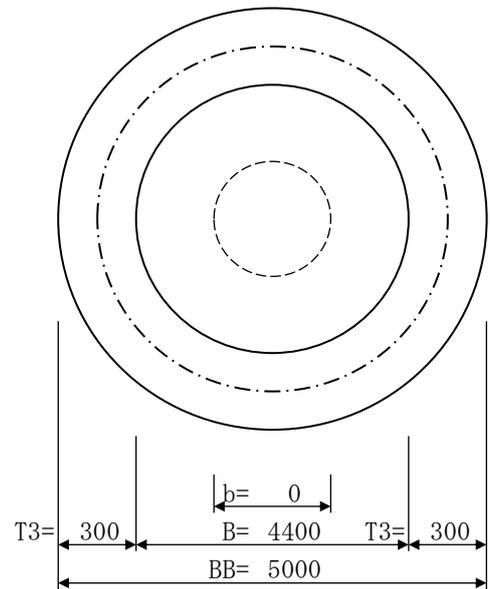
1. 水槽の形状

1.1 円型水槽

鉛直断面



水平断面



$$B = 4.400 \text{ (m)}$$

$$T_o = 0.000 \text{ (m)}$$

$$BB = 5.000 \text{ (m)}$$

$$H = 2.700 \text{ (m)}$$

$$H_d = 1.000 \text{ (m)}$$

$$HH = 3.350 \text{ (m)}$$

$$T_1 = 0.300 \text{ (m)}$$

$$H_w = \text{---} \text{ (m)}$$

$$B_o = 4.700 \text{ (m)}$$

$$T_2 = 0.350 \text{ (m)}$$

$$H_d' = 1.150 \text{ (m)}$$

$$H_o = 3.025 \text{ (m)}$$

$$T_3 = 0.300 \text{ (m)}$$

$$b = 0.000 \text{ (m)}$$

2. 設計条件

2.1 自重及び地盤の性状

(1) 自重

$$\text{鉄筋コンクリート} \quad \gamma_c = 24.5 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

(2) 地盤の性状

単位体積重量

$$\text{土 (湿潤)} \quad \gamma = 17.7 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$$\text{土 (飽和)} \quad \gamma_s = 19.6 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$$\text{土 (水中)} \quad \gamma' = 9.8 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$$\text{水} \quad \gamma_w = 9.8 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$$\text{舗装} \quad \gamma_a = 22.5 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$$\text{土の内部摩擦角} \quad \phi = 20.0 \text{ (度)}$$

2.2 許容応力度

(1) コンクリート

$$\text{設計基準強度 (頂版)} \quad \sigma_{ck} = 24.0 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\text{(底版)} \quad \sigma_{ck} = 24.0 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\text{(側壁)} \quad \sigma_{ck} = 24.0 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

(2) 鉄筋

$$\text{降伏点強度 SD295} \quad f_{sy} = 295.0 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\text{SR235} \quad f_{sy} = 235.0 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

※有筋の場合の許容応力度は、「防火水槽認定基準 消防設備安全センター」および「コンクリート標準示方書2002年 土木学会」による。

※無筋の場合の許容応力度は、「道路土工 擁壁工指針 日本道路協会」による。

2.3 地下水位

$$\text{地下水位} \quad \text{地表面からの水位} \quad H_w = 4.350 \text{ (m)}$$

※水槽頂版軸線位置に等しいものとする。

2.4 上載荷重

$$\text{上載荷重} \quad W_1 = 0.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

2.5 自動車荷重

呼称荷重	T	=	25.0
輪荷重	P	=	100.0 (kN)
衝撃係数	i	=	0.30
車両占有幅	Bp	=	2.750 (m)
設置幅	a	=	0.200 (m)
低減係数	β	=	1.000

2.6 設計震度

設計水平震度	Kh	=	0.288
設計鉛直震度	Kv	=	0.144

2.7 水平土圧係数

(1) 常時 $K = 0.500$ (静止土圧)

(2) 地震時

物部・岡部の主働土圧係数の算定式において、 $\theta = \delta = \alpha = 0$ として、 K_e を求める。

a) 水平慣性力方向の場合

$$K_e = \frac{\cos^2(\phi - \theta_0)}{\cos^2 \theta_0 \left[1 + \sqrt{\frac{\sin \phi \cdot \sin(\phi - \theta_0)}{\cos \theta_0}} \right]^2} = \begin{cases} 0.743 \\ 0.929 \end{cases}$$

$$\theta_0 = \tan^{-1} \frac{K_h}{1 \pm K_v} = \begin{cases} 14.13 \\ 18.60 \end{cases} \text{ (deg)}$$

ここに、
 θ : 側版背面と鉛直面とのなす角
 δ : 側版背面と土との間の壁面摩擦角
 α : 地表面と水平面のなす角
 ϕ : 土の内部摩擦角 = 20.0 (度)
 K_h : 設計水平震度
 K_v : 設計鉛直震度

b) 水平慣性力方向に直交する場合

円型水槽においては、水平リングの断面力を算出する際に、地震時の水平慣性力が作用する方向と直交する方向に対しては、水平慣性力が作用しないものとして計算を行う。

したがって、水平慣性力の向きに直交する方向の荷重を算出する場合においては、 $K_h=0$ として土圧係数を求める。

$$K_e' = \frac{\cos^2(\phi - \theta_0)}{\cos^2 \theta_0 \left[1 + \sqrt{\frac{\sin \phi \cdot \sin(\phi - \theta_0)}{\cos \theta_0}} \right]^2} = 0.490$$

$$\theta_0 = \tan^{-1} \frac{K_h}{1 \pm K_v} = 0.0$$

3. 荷重の算出

3.1 計算方法

- ・ 常時

円型水槽 検討部材：頂版（円板）
底版（円板）

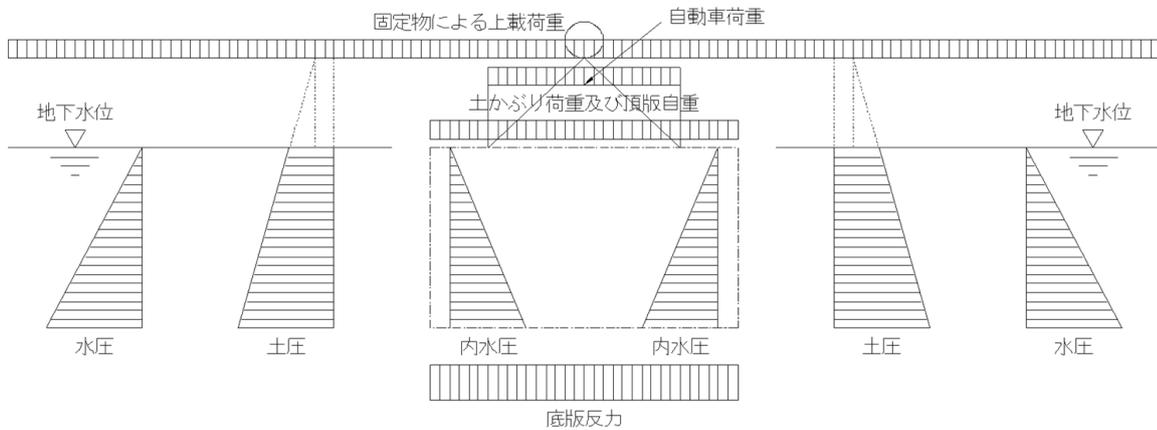
検討モデル：周辺単純支持円板
周辺単純支持円板

- ・ 地震時

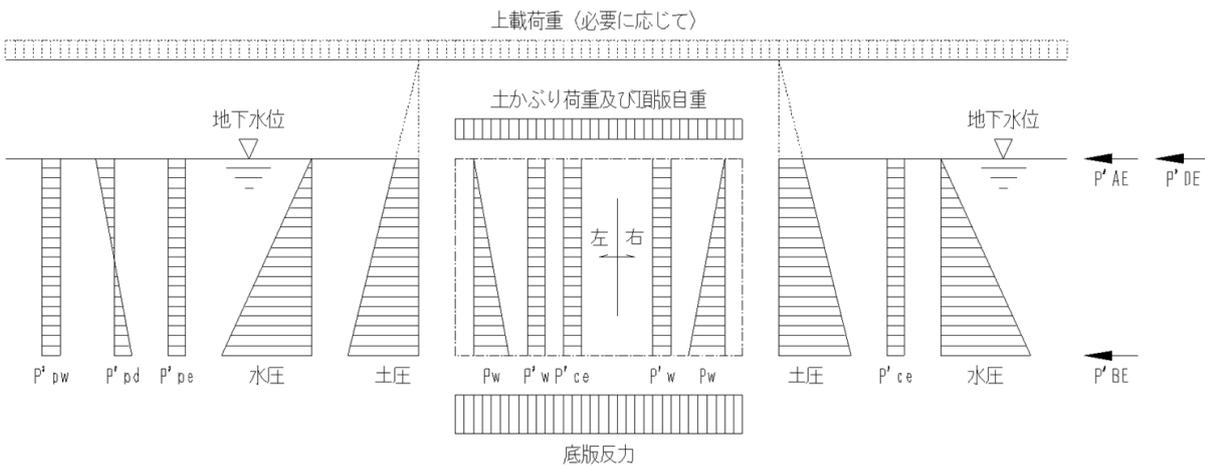
円型水槽 検討部材：セグメント（縦円筒側壁） 検討モデル：水平断面リング

3.2 荷重組合せケース

3.2.1 常時荷重組合せ



3.2.2 地震時荷重組合せ



ここで

- P_w : 内水圧
- P'_w : 内水の動水圧
- P'_{pw} : 内水の動水圧による抵抗土圧
- P'_{ce} : 水槽側版自重の水平慣性力
- P'_{pe} : 水槽側版自重の水平慣性力による抵抗土圧
- P'_{AE} : 水槽頂版自重の水平慣性力
- P'_{DE} : 土かぶり土の水平慣性力
- P'_{BE} : 水槽底版自重の水平慣性力
- P'_{pd} : P'_{DE} 、 P'_{AE} 、 P'_{BE} による抵抗土圧

3.3 各組合せケースによる荷重計算

3.3.1 常時

載荷重

分布幅

$$\begin{aligned} F' &= a + 2 \times Hd' &&= 2.500 \text{ (m)} \\ F &= \sqrt{(Bp \cdot F' \cdot 4/\pi)} &&= 2.959 \text{ (m)} \end{aligned}$$

※円型水槽の検討においては、
自動車荷重(W_p)は、車両占有幅(B_p)と分布幅(F')の積の平方根($F = \sqrt{B_p \cdot F' \cdot 4/\pi}$)
を直径とした円形で頂版中央に部分載荷するものとする。

後輪の車両方向単位長さ当りの荷重

$$P = (2 \times P) / B_p \times (1 + i) \times \beta = 94.55 \text{ (kN/m)}$$

自動車荷重

$$W_p = P / F' = 37.82 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

土被り荷重及び頂版自重

$$W_a = W_1 + \gamma \cdot Hd + (\gamma_a - \gamma) \cdot T_o + \gamma_c \cdot T_1 = 25.05 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

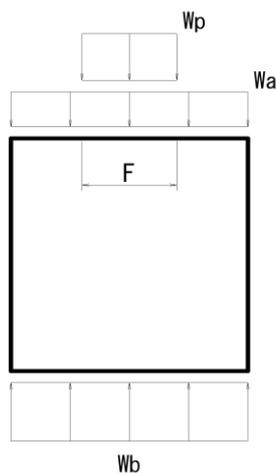
側版自重

$$D = \gamma_c \cdot T_3 \cdot \pi \cdot B_o \cdot H_o = 328.29 \text{ (kN)}$$

底版反力

$$W_b = W_a + W_p \cdot \sqrt{(B_p \cdot F' \cdot 4/\pi)^2 / B_o^2} + D / \{\pi \cdot (B_o/2)^2\} = 58.96 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

荷重状態図 (円型)



$$F = 2.959 \text{ (m)}$$

$$W_p = 37.82 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$W_a = 25.05 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$W_b = 58.96 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

3.3.2 地震時

地震時上載荷重

$$W1 = 0.00 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

鉛直荷重の慣性力

$$W'1 = W1 \cdot (1 \pm Kv) = \begin{cases} 0.00 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ 0.00 \end{cases}$$

$$W'a = \{W1 + \gamma \cdot Hd + (\gamma a - \gamma) \cdot To + \gamma c \cdot T1\} \cdot (1 \pm Kv) = \begin{cases} 28.66 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ 21.44 \end{cases}$$

$$W'b = W'1 + W'a + 2 \cdot \gamma c \cdot T3 \cdot Ho / Bo \cdot (1 \pm Kv) = \begin{cases} 39.48 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ 29.54 \end{cases}$$

地震時土圧 (水平慣性力方向)

$$P's1 = Ke \cdot \{W1 + \gamma \cdot Hd' + (\gamma a - \gamma) \cdot To\} = \begin{cases} 15.12 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ 18.91 \end{cases}$$

$$P's2 = Ke \cdot \{W1 + \gamma \cdot (Hd' + Ho) + (\gamma a - \gamma) \cdot To\} = \begin{cases} 54.91 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ 68.65 \end{cases}$$

地震時土圧 (水平慣性力と直交する方向)

$$P''s1 = Ke' \cdot \{W1 + \gamma \cdot Hd' + (\gamma a - \gamma) \cdot To\} = \begin{cases} 9.97 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ 9.97 \end{cases}$$

$$P''s2 = Ke' \cdot \{W1 + \gamma \cdot (Hd' + Ho) + (\gamma a - \gamma) \cdot To\} = \begin{cases} 36.21 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ 36.21 \end{cases}$$

内水圧

$$Pw = \gamma_w \cdot Ho = 29.65 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

内水の動水圧

$$P'w = Kh \cdot \gamma_w \cdot \pi/4 \cdot Bo^2 / Bo \cdot 1/2 = 5.21 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

内水の動水圧による抵抗土圧

$$P'pw = 2 \cdot P'w = 10.42 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

側版自重の水平慣性力

$$P'_{CE} = K_h \cdot \gamma_c \cdot T_3 \cdot \pi \cdot Bo / Bo \cdot 1/2 = 3.33 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

側版自重の水平慣性力による抵抗土圧

$$P'_{pe} = 2 \cdot P'_{CE} = 6.65 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

土被り土の水平慣性力

$$P'_{DE} = K_h \cdot \{ \gamma \cdot H_1 + (\gamma_a - \gamma) \cdot T_o + W_1 \} \cdot \pi/4 \cdot Bo^2 / Bo = 18.82 \text{ (kN/m)}$$

頂版自重の水平慣性力

$$P'_{AE} = K_h \cdot \gamma_c \cdot T_1 \cdot \pi/4 \cdot Bo^2 / Bo = 7.81 \text{ (kN/m)}$$

底版自重の水平慣性力

$$P'_{BE} = K_h \cdot \gamma_c \cdot T_2 \cdot \pi/4 \cdot Bo^2 / Bo = 9.12 \text{ (kN/m)}$$

抵抗土圧

$$P'_{pd1} = \{ 4 \cdot (P'_{DE} + P'_{AE}) - 2 \cdot P'_{BE} \} / Ho = 29.19 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$P'_{pd2} = \{ 4 \cdot P'_{BE} - 2 \cdot (P'_{DE} + P'_{AE}) \} / Ho = -5.55 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

荷重の合成 (円型水槽)

$$P_1 = P_3 = (P'_{s1} + P'_{s2})/2 - P_w/2 = \begin{cases} 8.27 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ 8.27 \end{cases}$$

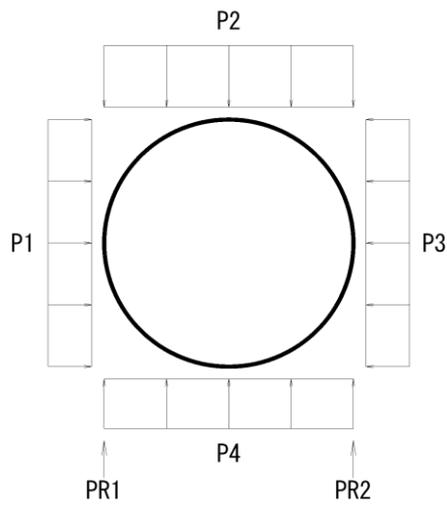
$$P_2 = (P'_{s1} + P'_{s2})/2 - P_w/2 - P'_w + P'_{pw} - P'_{CE} + P'_{pe} + (P'_{pd1} + P'_{pd2})/2 = \begin{cases} 40.54 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ 49.31 \end{cases}$$

$$P_4 = (P'_{s1} + P'_{s2})/2 - P_w/2 + P'_w + P'_{CE} = \begin{cases} 28.73 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ 37.49 \end{cases}$$

$$PR_1 = PR_2 = (P'_{pd1} + P'_{pd2})/2 \times Bo \times 1/2 = 27.77 \text{ (kN/m)}$$

ここに、 P'_{s1} 、 P'_{s2} は、水平震度 $k_h=0$ とした場合の地震時土圧を示す。

荷重状態図 (円型)



P1	=	$(k_v=0.144)$,	$(k_v=-0.144)$
		8.27 (kN/m ²)		8.27 (kN/m ²)
P2	=	40.54 (kN/m ²)	,	49.31 (kN/m ²)
P3	=	8.27 (kN/m ²)	,	8.27 (kN/m ²)
P4	=	28.73 (kN/m ²)	,	37.49 (kN/m ²)
PR1	=	27.77 (kN/m)	,	27.77 (kN/m)

4. 断面力の算出

4.1 常時

4.1.1 円型水槽（頂底板）

(1) 構造モデル

頂版に作用する荷重は、常時と地震時を比較すると常時の方が大きい為、常時のみ対象とする。
隅角部はピン結合として構造検討を行う。

(2) 各荷重状態における円板のたわみ及び曲げモーメントの算出式

等分布荷重を受ける円板

$p = \text{const}$, $P = pa^2 \pi$, $Q_r = -P/(2a \pi)$, $A = P/(2a \pi)$

$$W = \frac{Pa^2}{64D\pi} (1 - \rho^2) \left(\frac{5 + \mu}{1 + \mu} - \rho^2 \right)$$

$$M_r = \frac{P}{16\pi} (3 + \mu) (1 - \rho^2)$$

$$M_t = \frac{P}{16\pi} [3 + \mu - (1 + 3\mu) \rho^2]$$

$$W = \frac{Pa^2}{64D\pi} (1 - \rho^2)^2$$

$$M_r = \frac{P}{16\pi} [1 + \mu - (3 + \mu) \rho^2]$$

$$M_t = \frac{P}{16\pi} [1 + \mu - (1 + 3\mu) \rho^2]$$

中央に等分布荷重を受ける円板

$P = pb^2 \pi = pa^2 \pi \beta^2$ $Q_r = -P/(2a \beta^2 \pi) \rho$ ($0 < \rho < \beta$)
 $A = P/(2a \pi)$ $Q_r = -P/(2a \pi) \cdot (1/\rho)$ ($\beta < \rho < 1$)

$$(0 < \rho < \beta)$$

$$W = \frac{Pa^2}{64D\pi} \cdot \frac{1}{1+\mu} \{4(3+\mu) - (7+3\mu)\beta^2 + 4(1+\mu)\beta \ln \beta - 2[4 - (1-\mu)\beta^2 - 4(1+\mu)\ln \beta] \rho^2 + \frac{1+\mu}{\beta^2} \rho^4 \}$$

$$Mr = \frac{P}{16\pi} [4 - (1-\mu)\beta^2 - 4(1+\mu)\ln \beta - \frac{3+\mu}{\beta^2} \rho^2]$$

$$Mt = \frac{P}{16\pi} [4 - (1-\mu)\beta^2 - 4(1+\mu)\ln \beta - \frac{1+3\mu}{\beta^2} \rho^2]$$

$$(\beta < \rho < 1)$$

$$W = \frac{Pa^2}{32D\pi} \cdot \frac{1}{1+\mu} \{[2(3+\mu) - (1-\mu)\beta^2](1-\rho^2) + 2(1+\mu)\beta 2\ln \rho + 4(1+\mu)\rho^2 \ln \rho \}$$

$$Mr = \frac{P}{16\pi} [(1-\mu)\beta^2 \left(\frac{1}{\rho^2} - 1\right) - 4(1+\mu)\ln \rho]$$

$$Mt = \frac{P}{16\pi} \{(1-\mu)[4 - \beta^2 \left(\frac{1}{\rho^2} + 1\right)] - 4(1+\mu)\ln \rho \}$$

$$(0 < \rho < \beta)$$

$$W = \frac{Pa^2}{64D\pi} [4 - 3\beta^2 + 4\beta^2 \ln \beta - 2(\beta^2 - 4\ln \beta)\rho^2 + \frac{1}{\beta^2} \rho^4]$$

$$Mr = \frac{P}{16\pi} [(1+\mu)(\beta^2 - 4\ln \beta) - \frac{3+\mu}{\beta^2} \rho^2]$$

$$Mt = \frac{P}{16\pi} [(1+\mu)(\beta^2 - 4\ln \beta) - \frac{1+3\mu}{\beta^2} \rho^2]$$

$$(\beta < \rho < 1)$$

$$W = \frac{Pa^2}{32D\pi} \cdot [(2 - \beta^2)(1 - \rho^2) + 2(\beta^2 + 2\rho^2)\ln \rho]$$

$$Mr = \frac{P}{16\pi} [-4 + (1-\mu)\beta^2 \frac{1}{\rho^2} + (1+\mu)(\beta^2 - 4\ln \rho)]$$

$$Mt = \frac{P}{16\pi} [-4\mu - (1-\mu)\beta^2 \frac{1}{\rho^2} + (1+\mu)(\beta^2 - 4\ln \rho)]$$

公式に用いる記号は次のとおり

a : 板の半径

r : 断面の中心からの距離

D : 板剛度 $D = Eh^3 / \{12(1 - \mu^2)\}$

h : 板の厚さ

E : ヤング係数

μ : ポアソン比

Q_r : 半径方向せん断力

W : 板のたわみ

ϕ : 半径方向回転角

Mr : 半径方向曲げモーメント

Mt : 円周方向曲げモーメント

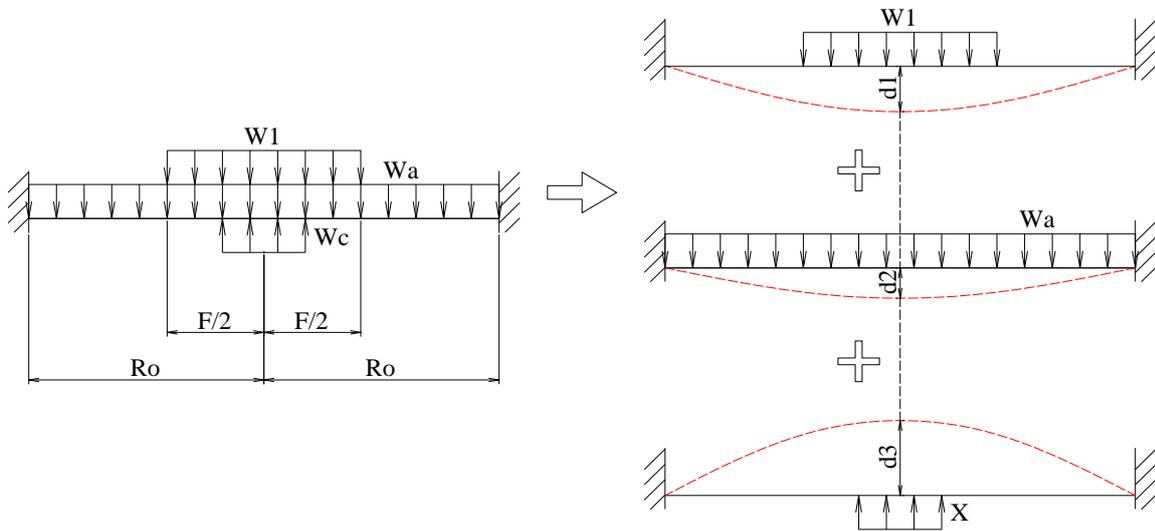
(3) 支柱がある場合の検討方法 (b>0)

円板の変形量の釣り合いと仮想仕事の原理により、支柱に作用する支点反力を求める。
作用荷重W1、Waにおいてそれぞれ単独で載荷した場合の支柱位置での変位量d1、d2を算出する。

次に仮想反力Xとしたときに、支柱の反力による変位量d3を算出する。

これらを重ね合わせ、 $\Sigma d=d1+d2-d3=0$ より、仮想反力Xを算出する。

各断面力は算出された仮想反力Xを支柱による支点反力Xとして扱い断面力の重ね合わせにより算出する。



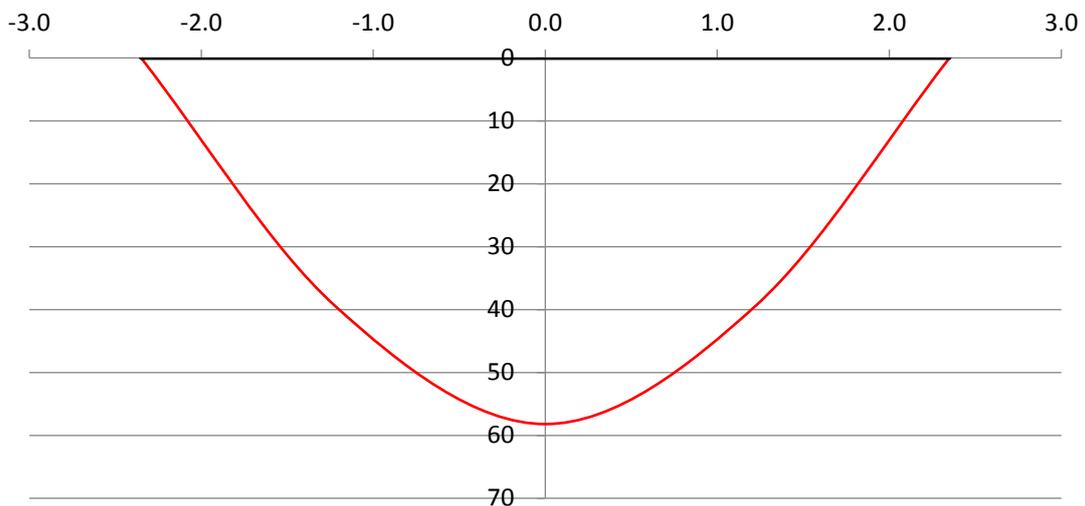
なお、支柱位置のせん断力は下式による。

$$S_{\text{中央}} = \text{支柱の反力} = \{W_c \cdot \pi \cdot (b/2)^2\}$$

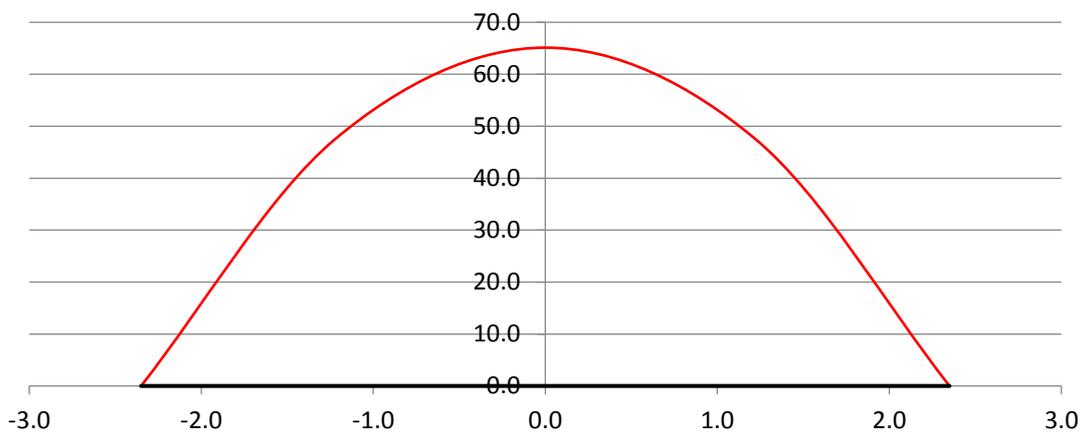
(4) 断面力の算出結果

検討部材	隅角部の状況	支点反力 (kN)	Mmax (kN・m)	Mmin (kN・m)	S _{端部} (kN)	S _{支柱} (kN)
頂版	ピン結合時	0.00	58.21	0.00	47.04	0.00
底版	ピン結合時	0.00	65.12	0.00	69.28	0.00

※支点反力は、支柱の値を示す。



モーメント図 (隅角部：ピン結合時、頂版)



モーメント図 (隅角部：ピン結合時、底版)

4.1.2 円型水槽 (セグメント)

常時においては、円環断面に全周等圧による外圧が作用するため、曲げモーメントやせん断力が作用しない。よって、検討は省力する。

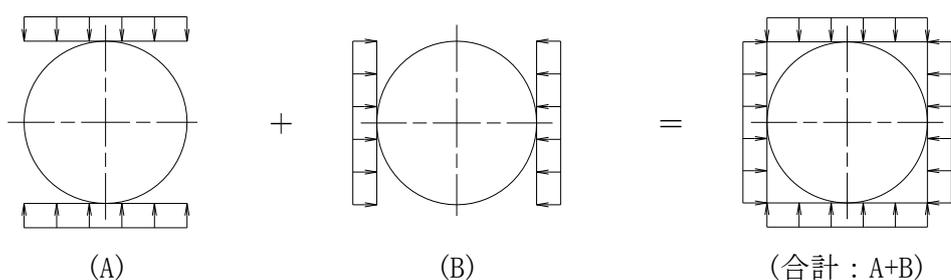
4.2 地震時

4.2.1 円型水槽（頂底板）

地震時においては、鉛直水平震度0.144による荷重の割増よりも、短期許容値による1.5倍の割増の方が大きいいため、検討は省力する。

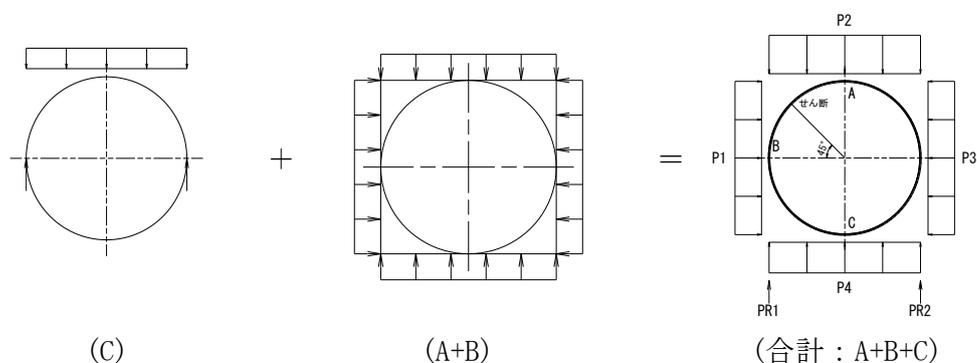
4.2.1 円型水槽（セグメント）

側壁部の検討は、断面が一様なリングに一軸対称な荷重が作用した場合について、「構造力学公式集 土木学会」表 12.1 (a)の 11. 相対する部分一様荷重 の公式で行う。下図の90度回転させたケースを組み合わせ、荷重状態における断面力を算出する。

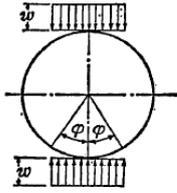


地震時荷重を想定するため、水平慣性力方向には片側に大きな荷重が作用し、一軸対称な荷重状態として、上記の計算方法だけでは対応できない。

したがって、「下水道施設耐震計算例-管路施設編-後編 2001年版 日本下水道協会」より、対象荷重の超過分の荷重における断面力を算出し、上記荷重と組合せて断面力を算出する。



11. 相対する部分一様荷重



$$M_0 = wR^2 \left[0.3183 \left(\frac{1}{2} \phi + \phi S_\phi^2 + \frac{3}{2} S_\phi C_\phi \right) - \frac{1}{2} S_\phi^3 \right]$$

$$N_0 = 0$$

$$0 \leq \theta \leq \phi$$

$$M = M_0 - wR^2 \left(\frac{1}{2} S_\phi^3 \right)$$

$$N = -wRS_\phi^2$$

$$Q = -wRS_\phi C_\phi$$

$$\phi \leq \theta \leq (\pi - \phi)$$

$$M = M_0 - wR^2 \left(S_\phi S_\theta - \frac{1}{2} S_\phi^3 \right)$$

$$N = -wRS_\phi S_\theta$$

$$Q = -wRS_\phi C_\theta$$

$$\Delta D_x = -\frac{wR^4}{EI} \left[S_\phi + \frac{1}{3} S_\phi^3 - 0.3183(\phi + 3 S_\phi C_\phi + 2 \phi S_\phi^2) \right]$$

$$\Delta D_y = -\frac{wR^4}{EI} \left[-0.3183(2 \phi S_\phi^2 + 3 S_\phi C_\phi + \phi) + S_\phi^2 - \phi S_\phi + \frac{\pi}{2} S_\phi + \frac{1}{3} C_\phi^3 + \frac{2}{3} - C_\phi \right]$$

「構造力学公式集」 土木学会

1) P4荷重による断面力

項目	単位	kv=0.144	kv=-0.144
W	(kN/m ²)	28.73	37.49
R	(m)	2.350	2.350
φ	(度)	90.00	90.00
Mo	(kN・m)	39.66	51.76

項目	単位	kv=0.144	kv=-0.144
MA	(kN・m/m)	39.66	51.76
MB	(kN・m/m)	-39.66	-51.77
MC	(kN・m/m)	39.66	51.76
M _{せん断}	(kN・m/m)	0.00	0.00
NA	(kN/m)	0.00	0.00
NB	(kN/m)	67.51	88.11
NC	(kN/m)	0.00	0.00
N _{せん断}	(kN/m)	33.75	44.05
S _{せん断}	(kN/m)	33.75	44.05

2) P1=P3荷重による断面力

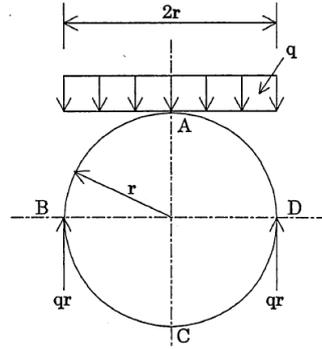
項目	単位	kv=0.144	kv=-0.144
W	(kN/m ²)	8.27	8.27
R	(m)	2.350	2.350
φ	(度)	90.00	90.00
Mo	(kN・m)	11.42	0.00

項目	単位	kv=0.144	kv=-0.144
MA	(kN・m/m)	-11.42	-11.42
MB	(kN・m/m)	11.42	11.42
MC	(kN・m/m)	-11.42	-11.42
M _{せん断}	(kN・m/m)	0.00	0.00
NA	(kN/m)	19.43	19.43
NB	(kN/m)	0.00	0.00
NC	(kN/m)	19.43	19.43
N _{せん断}	(kN/m)	9.72	9.72
S _{せん断}	(kN/m)	-9.72	-9.72

$$\begin{aligned}
 M_A &= 0.163 \ q \cdot r^2 \\
 M_B &= -0.125 \ q \cdot r^2 \\
 M_C &= 0.087 \ q \cdot r^2 \\
 N_A &= 0.212 \ q \cdot r \\
 N_B &= q \cdot r \\
 N_C &= -0.212 \ q \cdot r
 \end{aligned}$$

ここに、

- M : 曲げモーメント (kN・m)
 - q : 応答変位による地盤反力 (kN/m²)
 - r : 管厚中心半径 (m)
 - N : 軸力 (kN)
- この場合はせん断力は生じない。



「下水道施設耐震計算例-管路施設編-後編 2001年版」 日本下水道協会

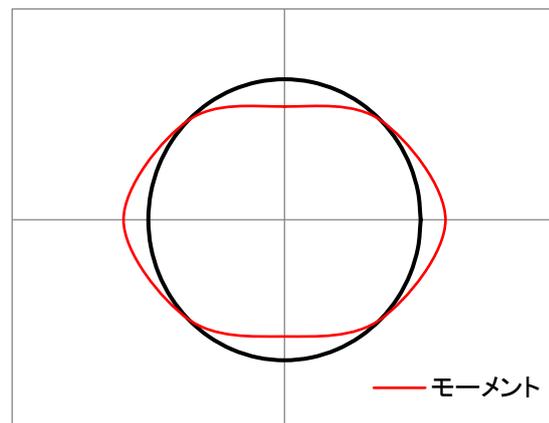
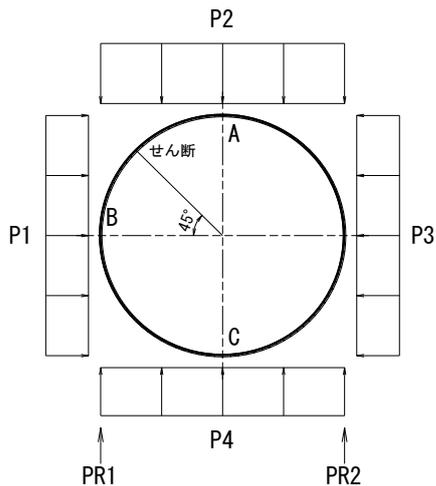
3) P2-P4荷重による断面力

$$\begin{aligned}
 q &= P2-P4 = 11.82 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\
 r &= 2.350 \text{ (m)}
 \end{aligned}$$

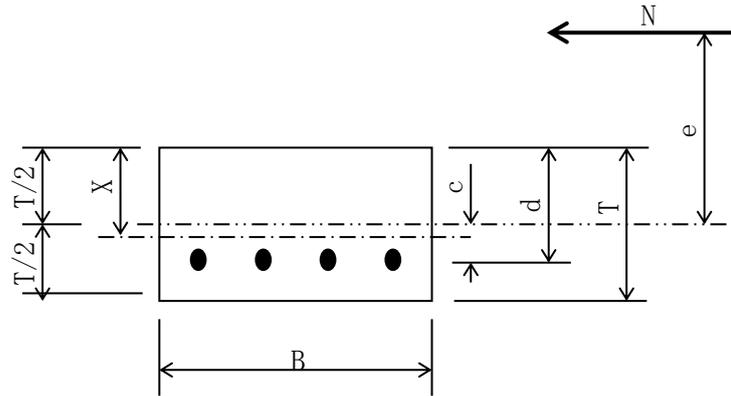
$$\begin{aligned}
 M_A &= 10.64 \text{ (kN} \cdot \text{m/m)} \\
 M_B &= -8.16 \text{ (kN} \cdot \text{m/m)} \\
 M_C &= 5.68 \text{ (kN} \cdot \text{m/m)} \\
 N_A &= 5.89 \text{ (kN/m)} \\
 N_B &= 27.77 \text{ (kN/m)} \\
 N_C &= -5.89 \text{ (kN/m)}
 \end{aligned}$$

4) 合成

項目	単位	算出式	kv=0.144	kv=-0.144
M _A	(kN・m/m)	M _{A1} + M _{A2} + M _{A3} =	38.88	50.98
M _B	(kN・m/m)	M _{B1} + M _{B2} + M _{B3} =	-36.41	-48.51
M _C	(kN・m/m)	M _{C1} + M _{C2} + M _{C3} =	33.92	46.02
N _A	(kN/m)	N _{A1} + N _{A2} + N _{A3} =	25.32	25.32
N _B	(kN/m)	N _{B1} + N _{B2} + N _{B3} =	95.28	115.88
N _C	(kN/m)	N _{C1} + N _{C2} + N _{C3} =	13.55	13.55
S	(kN/m)	S1 + S2 + S3 =	24.04	34.34



5. 部材の照査（許容応力度）



- B : 部材幅
- T : 部材厚
- d : 有効高さ
- A_s : 鉄筋量
- X : 中立軸距離
- e : 偏心距離 ($e=M/N$)
- c : 中心軸と鉄筋の距離
- n : ヤング係数比 (E_s/E_c)
- M : 作用モーメント
- S : 作用せん断力
- N : 作用軸力

$$X^3 - 3 \cdot (T/2 - e) \cdot X^2 + 6 \cdot n \cdot A_s / B \cdot (e + c) \cdot X - 6 \cdot n \cdot A_s / B \cdot (c + T/2) \cdot (e + c) = 0$$

上式より、中立軸距離Xを算定する。

コンクリートの圧縮応力度 σ_c

$$\sigma_c = M / \{ B \cdot X / 2 \cdot (T/2 - X/3) + n \cdot A_s \cdot c / X \cdot (c + T/2 - X) \}$$

鉄筋の引張応力度 σ_s

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c / X \cdot (c + T/2 - X)$$

コンクリートのせん断応力度 τ

$$\tau = S / (B \cdot d)$$

5.1 常時

5.1.1 円型水槽（頂版）

			(常時) 円型 頂版				
			Mmin	Mmax	S端部	S支柱	
形状	B	(mm)	1000.0	1000.0	1000.0		
	T	(mm)	300.0	300.0	300.0		
	d	(mm)	250.0	250.0	250.0		
	do	(mm)	50.0	50.0	50.0		
鉄筋量	径	(mm)	22	22	22		
	ピッチ	(mm)	125	125	125		
	As	(mm ²)	3096.8	3096.8	3096.8		
	n	(-)	15.0	15.0			
断面力	M	(kN・m)	0.0	58.2			
	N	(kN)	0.0	0.0			
	S	(kN)			47.0		
応力度	有筋	σ_c	(N/mm ²)	0.00	4.86		
		σ_s	(N/mm ²)	0.00	88.51		
		τ	(N/mm ²)			0.19	
		σ_{ca}	(N/mm ²)	9.0	9.0		
		σ_{sa}	(N/mm ²)	120.0	120.0		
		τ_a	(N/mm ²)			0.390	
		判定	(-)	OK	OK	OK	
	無筋	$\sigma_{c'}$	(N/mm ²)				
		σ_c	(N/mm ²)				
		τ	(N/mm ²)				
		σ_{ca}	(N/mm ²)				
		σ_{ba}	(N/mm ²)				
		τ_a	(N/mm ²)				
		判定	(-)				

5.1.2 円型水槽（底版）

			(常時) 円型 底版				
			Mmin	Mmax	S端部	S支柱	
形状	B	(mm)	1000.0	1000.0	1000.0		
	T	(mm)	350.0	350.0	350.0		
	d	(mm)	310.0	310.0	310.0		
	do	(mm)	40.0	40.0	40.0		
鉄筋量	径	(mm)	19	19	19		
	ピッチ	(mm)	125	125	125		
	As	(mm ²)	2292.0	2292.0	2292.0		
	n	(-)	15.0	15.0			
断面力	M	(kN・m)	0.0	65.1			
	N	(kN)	0.0	0.0			
	S	(kN)			69.3		
応力度	有筋	σ_c	(N/mm ²)	0.00	4.15		
		σ_s	(N/mm ²)	0.00	104.66		
		τ	(N/mm ²)			0.22	
		σ_{ca}	(N/mm ²)	9.0	9.0		
		σ_{sa}	(N/mm ²)	120.0	120.0		
		τ_a	(N/mm ²)			0.390	
		判定	(-)	OK	OK	OK	
	無筋	$\sigma_{c'}$	(N/mm ²)				
		σ_c	(N/mm ²)				
		τ	(N/mm ²)				
		σ_{ca}	(N/mm ²)				
		σ_{ba}	(N/mm ²)				
		τ_a	(N/mm ²)				
		判定	(-)				

5.2 地震時

5.2.1 円型水槽（セグメント）

			(地震時 kv=0.144) 円型 セグメント				
			A点	B点	C点	せん断力	
形状	B	(mm)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	
	T	(mm)	300.0	300.0	300.0	300.0	
	d	(mm)	260.0	240.0	260.0	260.0	
	do	(mm)	40.0	60.0	40.0	40.0	
鉄筋量	径	(mm)	16	16	16	16	
	ピッチ	(mm)	150	150	150	150	
	As	(mm ²)	1324.0	1324.0	1324.0	1324.0	
	n	(-)	15.0	15.0	15.0		
断面力	M	(kN・m)	38.9	-36.4	33.9		
	N	(kN)	25.3	95.3	13.5		
	S	(kN)				24.0	
応力度	有筋	σ_c	(N/mm ²)	4.07	4.37	3.53	
		σ_s	(N/mm ²)	117.47	92.32	105.51	
		τ	(N/mm ²)				0.09
		σ_{ca}	(N/mm ²)	13.5	13.5	13.5	
		σ_{sa}	(N/mm ²)	270.0	270.0	270.0	
		τ_a	(N/mm ²)				0.585
		判定	(-)	OK	OK	OK	OK
	無筋	$\sigma_{c'}$	(N/mm ²)				
		σ_c	(N/mm ²)				
		τ	(N/mm ²)				
		σ_{ca}	(N/mm ²)				
		σ_{ba}	(N/mm ²)				
		τ_a	(N/mm ²)				
		判定	(-)				

			(地震時 $k_v=-0.144$) 円型 セグメント				
			A点	B点	C点	せん断力	
形状	B	(mm)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0	
	T	(mm)	300.0	300.0	300.0	300.0	
	d	(mm)	260.0	240.0	260.0	260.0	
	do	(mm)	40.0	60.0	40.0	40.0	
鉄筋量	径	(mm)	16	16	16	16	
	ピッチ	(mm)	150	150	150	150	
	As	(mm^2)	1324.0	1324.0	1324.0	1324.0	
	n	(-)	15.0	15.0	15.0		
断面力	M	($\text{kN}\cdot\text{m}$)	51.0	-48.5	46.0		
	N	(kN)	25.3	115.9	13.5		
	S	(kN)				34.3	
応力度	有筋	σ_c	(N/mm^2)	5.32	5.82	4.78	
		σ_s	(N/mm^2)	156.82	127.08	144.88	
		τ	(N/mm^2)				0.13
		σ_{ca}	(N/mm^2)	13.5	13.5	13.5	
		σ_{sa}	(N/mm^2)	270.0	270.0	270.0	
		τ_a	(N/mm^2)				0.585
		判定	(-)	OK	OK	OK	OK
	無筋	$\sigma_{c'}$	(N/mm^2)				
		σ_c	(N/mm^2)				
		τ	(N/mm^2)				
		σ_{ca}	(N/mm^2)				
		σ_{ba}	(N/mm^2)				
		τ_a	(N/mm^2)				
		判定	(-)				

既設防火水槽簡易調査報告書
(水を抜いた簡易調査)

目 次

1. 調査方法	P. 1
1.1 目視調査	P. 1
1.2 鉄筋探査（電磁波レーダ法）	P. 2
1.3 圧縮強度推定試験（反発硬度法）	P. 3
1.4 中性化深さ測定試験（ドリル法）	P. 4
2. 調査結果	P. 5
2.1 調査の概要	P. 5
2.2 目視調査結果	P. 5
2.3 鉄筋探査結果（電磁波レーダ法）	P. 9
2.4 圧縮強度推定試験結果（反発硬度法）	P. 11
2.5 中性化深さ測定試験結果（ドリル法）	P. 12

1. 調査方法

1.1 目視調査

コンベックスやクラックスケール等を用いて、コンクリート表面に顕在化してる劣化・損傷を測定し、その発生状況及び発生位置をスケッチ・写真撮影により記録する。また、コンクリート表面近傍の浮き・剥離・空洞等については、点検ハンマーを用いてコンクリート表面を打撃し、その音質によりその範囲をある程度把握し、発生位置をスケッチ・写真撮影により記録する。

各劣化・損傷について記録する内容を下記に示す。

表1.1.1 各劣化・損傷についての測定項目

劣化・損傷	測定器具	測定項目
ひび割れ	コンベックス・クラックスケール	幅(最大値)、長さ
浮き・剥離・剥落	コンベックス・点検ハンマー	幅、長さ、深さ(測定可能な場合)
錆汁、析出物	－	幅、長さ※
摩耗	コンベックス	幅、長さ、深さ
ジャンカ、欠損	コンベックス	幅、長さ、深さ
コールドジョイント	コンベックス	幅(開口の場合)、長さ
漏水	－	有無、程度
変形・沈下	コンベックス、下げ振り等	変位(最大値)
目地の変状	コンベックス	目地幅、劣化状況

※他の損傷に付随する場合は有無のみ



写真1.1.1 調査状況



写真1.1.2 主な調査機材

1.2 鉄筋探査(電磁波レーダ法)

鉄筋探査器(電磁波レーダー法)を用いて、電磁波をコンクリート内へ放射し、その電磁波がコンクリートと電気的性質の異なる物体(鉄筋・埋設管・空洞等)との境界面で反射することで、その位置を推定する。下記に概念図を示す。

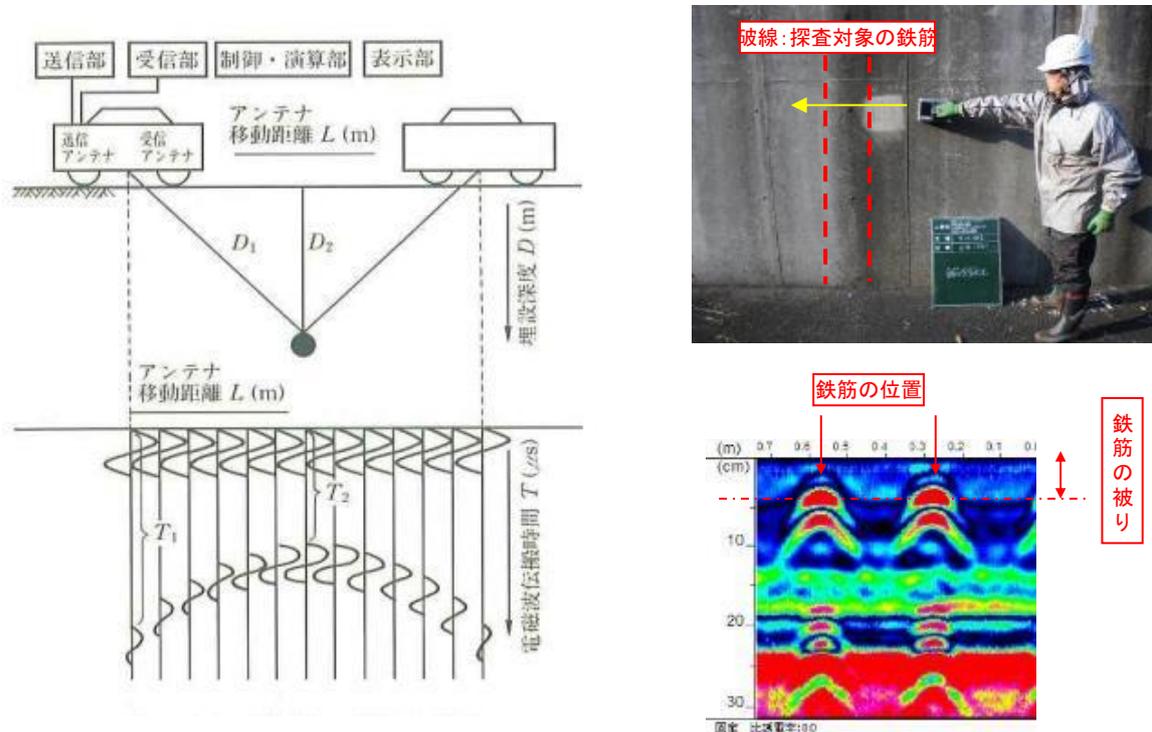


図1.2.1 鉄筋探査(電磁波レーダー法)概念図



写真1.2.1 調査状況



写真1.2.2 主な調査機材

1.3 圧縮強度推定試験(反発硬度法)

シュミットハンマーを用いてコンクリート表面を打撃し、その反発硬度から圧縮強度を推定する。なお、コンクリート表面に汚れや異常な凹凸等がある場合は、これを除去した後行うこととする。この結果を用いて下記に示す換算式により圧縮強度を推定する。

(測定手順)

- ①各打点間が互いに25～50mmの間隔をもつように9打点測定する。
- ②反発硬度の平均値の±20%以上となる数値を除外する。
- ③有効値を9打点確保し、平均反発度（R）を求める。
- ④有効値が9打点に満たない場合は、不足分を補足する。

<圧縮強度計算方法について>

$$F = 1.27 \times (R + R_1 + R_2) - 18.0$$

ここに、

F : 推定強度 (N/mm²) R₁ : 打撃角度による補正值
 R : 平均反発度 (有効反発度の平均値) R₂ : コンクリート表面の乾湿による補正值

打撃角度による補正值 (R₁)

(α) (R)	+90°	+45°	±0°	-45°	-90°	備考
10	—	—	—	+2.4	+3.2	
20	-5.4	-3.5	—	+2.5	+3.4	
30	-4.7	-3.1	—	+2.5	+3.4	
40	-3.9	-2.6	—	+2.0	+2.7	
50	-3.1	-2.1	—	+1.5	+2.2	
60	-2.3	-1.6	—	+1.3	+1.7	

コンクリート表面の乾湿による補正值 (R₂)

打撃面が気乾の場合	補正なし
打撃面が湿っており打撃の跡が黒点になる場合	平均反発度 (R) に 3 を加える
打撃面が濡れている場合	平均反発度 (R) に 5 を加える



写真1.3.1 調査状況



写真1.3.2 主な調査機材

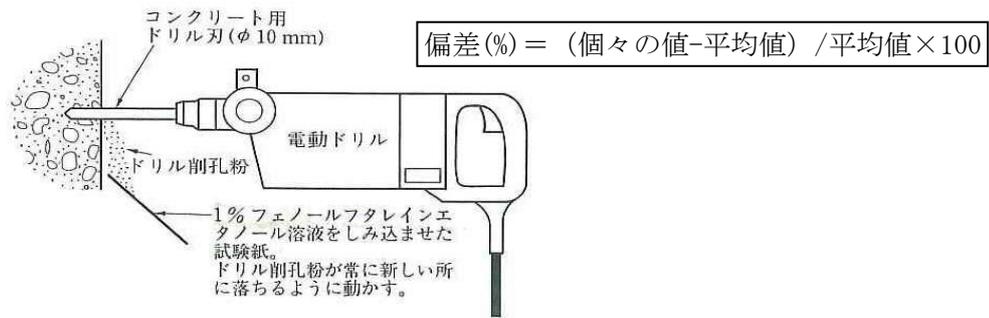
1.4 中性化深さ測定試験(ドリル法)

電動ドリルを用いてコンクリート表面を削孔し、削孔粉をフェノールフタレイン溶液をしみ込ませた試験紙に落とし、試験紙が削孔粉に触れて紅色に変色するまでの削孔深さから中性化深さを測定する。

なお、中性化残りの算出については、鉄筋探査により推定した鉄筋かぶり値を使用する。

(測定手順)

- ①各削孔点間が互いに30～50mmの間隔をもつように3点測定し、その平均値を中性化深さとする。



中性化深さ測定試験 (ドリル法) 概念図

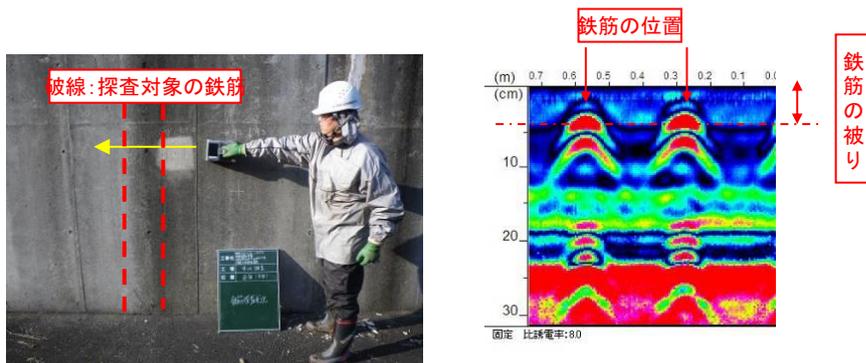


図1.4.1 鉄筋探査 (電磁波レーダー法) 概念図



写真1.4.1 調査状況



写真1.4.2 主な調査機材

2. 調査結果

2.1 調査の概要

現地調査を行った防火水槽の概要は以下に示すとおり。

表2.1.1 防火水槽の概要

設置年	形状	容量 m ³	設置条件	土かぶり厚 m	短辺内寸 m	長辺内寸 m	内高 m
昭和43年	角型	40	空地用	0.00	3.10	7.10	2.10

2.2 目視調査結果

目視調査結果を以下に示す。目視調査展開図および写真を次頁以降に示す。

(1) ひび割れ

側壁及び頂版にひび割れ（幅0.05～0.2mm）が、側壁には網状ひび割れ（ひび割れ幅0.05mm）が確認された。いずれも初期の乾燥収縮に起因するものと考えられる。側壁には防水層（防水モルタル+防水塗装）が施されているが、頂版及び側壁に確認されたひび割れは概ね同じ位置に生じており、側壁のひび割れはコンクリート躯体に生じているものである。一方、側壁の網状ひび割れは防水モルタルに生じているものである。

(2) 防水層の劣化

底版の防水層の劣化（割れ）が確認された。底版の広範囲において生じているものと推測される（堆泥により全範囲は未確認）。底版の一部の堆泥を除去し防水モルタルに割れが生じているか確認を行ったが、防水モルタルに割れは確認されなかった。断定はできないが、本水槽においては漏水（ピットの天端まで水が抜けている状態）が生じていることから、防水層の劣化、またコンクリート躯体（底版付近）にひび割れ等が生じている可能性が推察される。

(3) 浮き

頂版上面に部分的な浮きが確認された。発生箇所や周辺的环境から鋼材の腐食によるものとは考え難く、仕上げモルタルの浮きであると考えられる。

上記以外の劣化・損傷は確認されず、打音調査においても異音は確認されなかった。

目視調査写真

	
<p>写真2.2.1 側壁A面 全景</p>	<p>写真2.2.2 側壁A面 ひびわれ(幅0.1mm) 析出物</p>
	
<p>写真2.2.3 側壁C面 ひびわれ(幅0.2mm) 析出物</p>	<p>写真2.2.4 側面C面 網状ひびわれ(幅0.05mm)</p>
	
<p>写真2.2.5 頂版 全景</p>	<p>写真2.2.6 頂版 ひびわれ(幅0.05mm)</p>

目視調査写真



写真2.2.7 底版
防水塗装の割れ



写真2.2.8 底版
防水塗装の割れ
防水モルタルに割れは無い

2.3 鉄筋探査結果(電磁波レーダ法)

鉄筋探査結果およびその解析画像を以下に示す。

①頂版内側：主筋 ピッチ332mm、かぶり29mm

配力筋 ピッチ299mm、かぶり49mm

②側壁内側：主筋 ピッチ323mm、かぶり153mm

配力筋 ピッチ301mm、かぶり140mm

頂版及び側壁の主筋のピッチが300mm以上と、通常の現場打ち防火水槽のピッチ（300mm）に比べやや広いことが確認された。また頂版の主筋のかぶりも29mmと通常のかぶり（40～50mm）に比べ小さいことが確認された。

鉄筋探査解析画像(左:頂版内側、右:側壁内側)

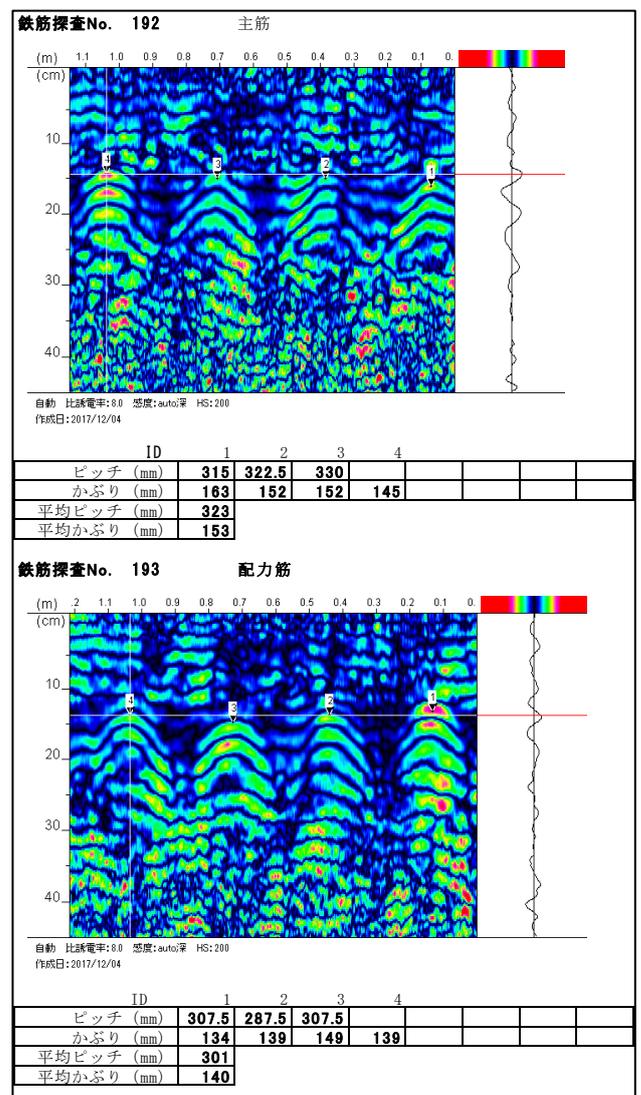
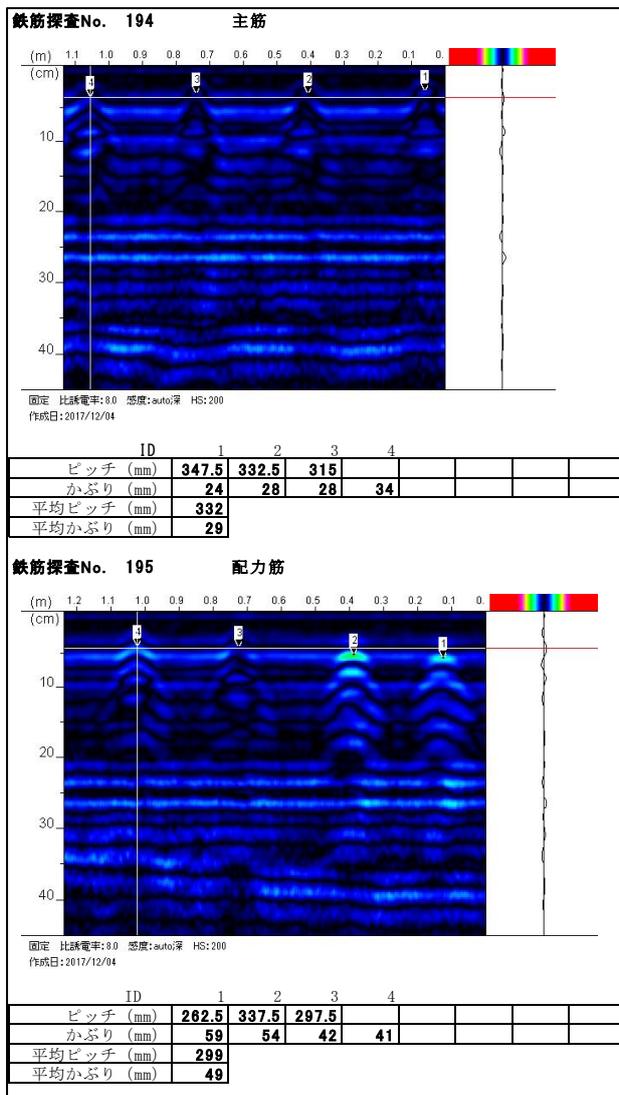




写真2.3.1 頂版
鉄筋探查状況



写真2.3.2 側壁
鉄筋探查状況

2.4 圧縮強度推定試験結果(反発硬度法)

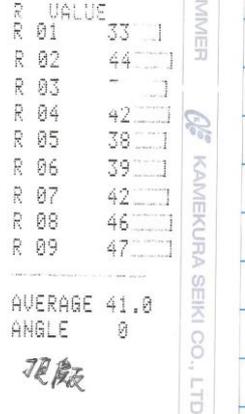
圧縮強度推定結果とその詳細データを以下に示す。

①頂版：33.0N/mm²

②側壁：20.6N/mm²

側壁は防水層（防水モルタル+防水塗装）上から試験を行っており、参考値である。頂版と側壁にハンチが設けられており、一体構造であることから、側壁においても頂版と同程度の強度を有しているものと推察される。なお現場打ちの防火水槽のコンクリート強度は、通常21N/mm²であり、十分な強度を有しているものと考えられる。

圧縮強度推定試験結果(反発硬度法)

調査位置		頂版	
平均測定硬度(R)	41.0	・状況写真 	・データシート 
打撃角度	90		
乾湿状況	打撃痕に黒点		
角度補正值(R1)	-3.8		
乾湿補正值(R2)	3		
設計基準強度	21		
推定強度(F)	33.0		
調査位置	側壁		
平均測定硬度(R)	27.4		
打撃角度	0		
乾湿状況	打撃痕に黒点		
角度補正值(R1)	0.0		
乾湿補正值(R2)	3		
設計基準強度	21		
推定強度(F)	20.6		

2.5 中性化深さ測定試験結果(ドリル法)

中性化深さ測定試験結果とその詳細データを以下に示す。

①頂版：中性化深さ0.0mm、鉄筋かぶり29.0mm、中性化残り29.0mm

頂版において中性化は確認されなかった。側壁及び底版においては防水層が施されていることから中性化は生じていないものと考えられる。なお中性化残りが10mm未満になると鉄筋の腐食が生じる可能性があるが、中性化残りは十分に確保されており、中性化に対する耐久性を有しているものと考えられる。

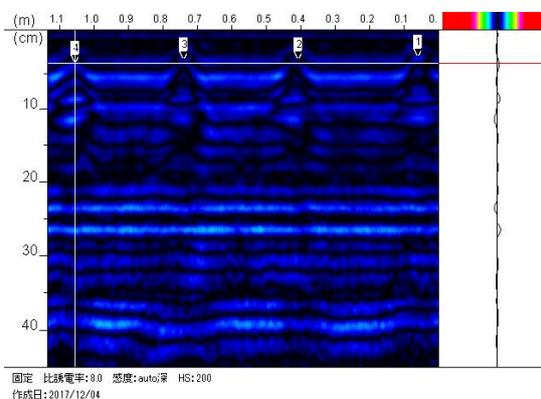
中性化深さ測定試験結果(ドリル法)

調査位置	中性化深さの実測値(mm)					中性化深さ(mm)	鉄筋かぶり(mm)	中性化残り(mm)
	1	2	3	4	5			
頂版	0.0	0.0	0.0			0.0	29.0	29.0

<測定状況写真>



<鉄筋探索データ>



既設防火水槽簡易調査報告書
(水を抜かない簡易調査)

目 次

1. 調査方法	P. 1
1.1 水中ソナーによる形状測定	P. 1
1.2 地中レーダー探査（電磁波レーダ法）	P. 2
1.3 水中ROVによるTVカメラ調査	P. 3
2. 調査結果	P. 4
2.1 調査結果の概要	P. 4
2.2 防火水槽の断面推定	P. 5
2.3 防火水槽の内部状況	P. 7

1. 調査方法

1.1 水中ソナーによる形状測定

水中ソナーを用いて、超音波を水中へ放射し、超音波が水と密度の異なる物体との境界面で反射することで、その物体との距離を測定する。水中ソナーを水平や垂直方向に回転させることで、対象となる物体の形状・寸法を測定する。



写真1.1.1 調査状況

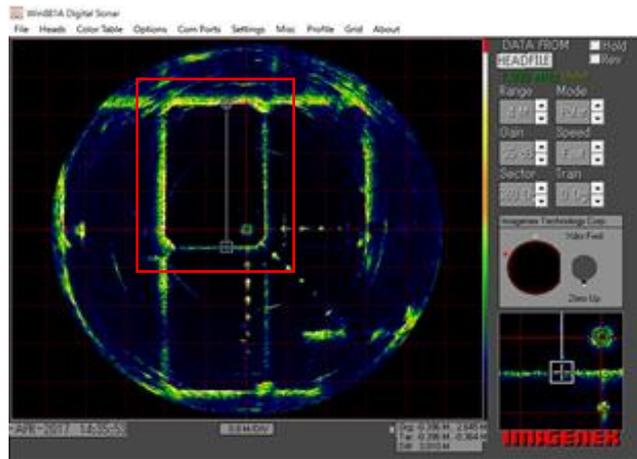


写真1.1.2 解析画像データ（赤枠内が対象物の形状）



写真1.1.3 主な調査機材



写真1.1.4 主な調査機材

1.2 地中レーダー探査(電磁波レーダ法)

地中レーダー（電磁波レーダー法）を用いて、電磁波を地中へ放射し、その電磁波が地中内で電氣的性質の異なる物体（鉄筋・埋設管・空洞等）との境界面で反射することで、その位置を推定する。



写真1.2.1 調査状況

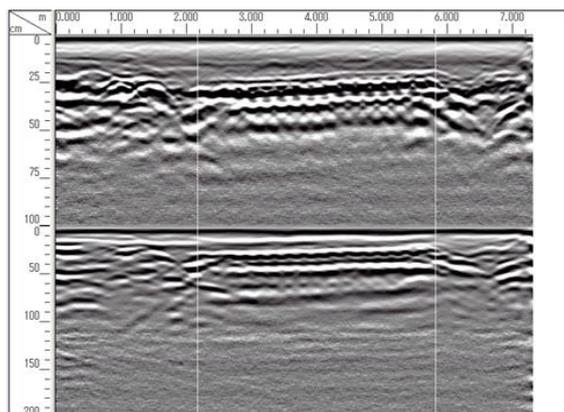


写真1.2.2 解析画像データ



写真1.2.3 主な調査機材

1.3 水中ROVによるTVカメラ調査

水中ROVを用いて、コンクリート表面に顕在化している劣化・損傷を確認し、その発生状況を写真撮影により記録する。



写真1.3.1 調査状況



写真1.3.2 水中撮影画像



写真1.3.3 主な調査機材

2. 調査結果

2.1 調査結果の概要

調査結果を以下に示す。

表2.1.1 現地調査結果

設置年	形状	容量 m ³	設置条件	土かぶり厚 m	短辺内寸 m	長辺内寸 m	内高 m
昭和28年	角型	40	空地用	0.43	2.50	8.20	2.02

頂版厚さ mm	側版厚さ mm	端面厚さ mm	水槽内の劣化 損傷の有無
300	305	295	なし



写真2.1.1 調査箇所全景

2.2 防火水槽の断面推定

防火水槽の推定断面は水中ソナー及び地中レーダー探査により以下のとおりとなる。

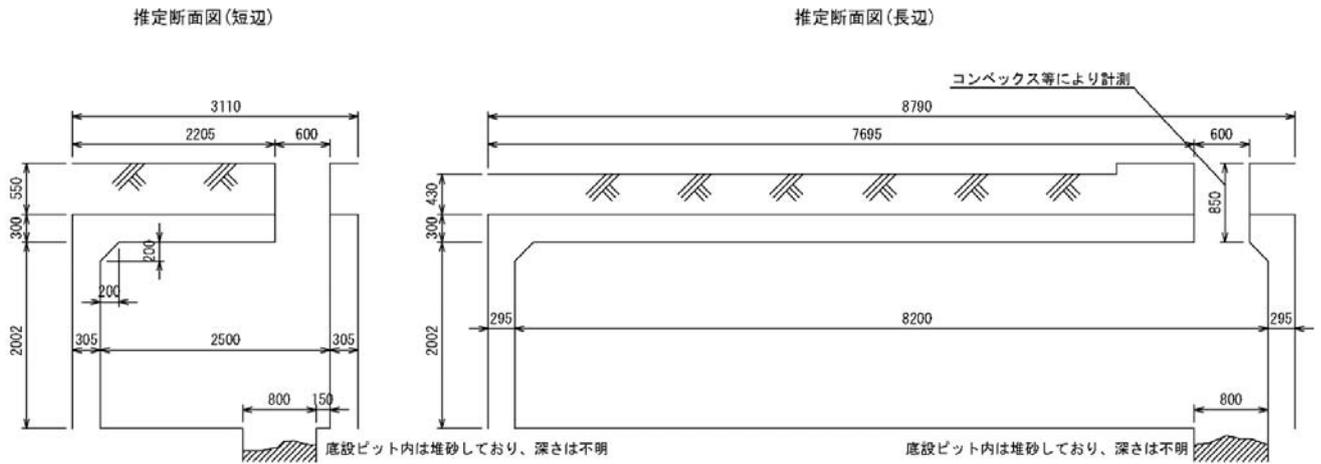
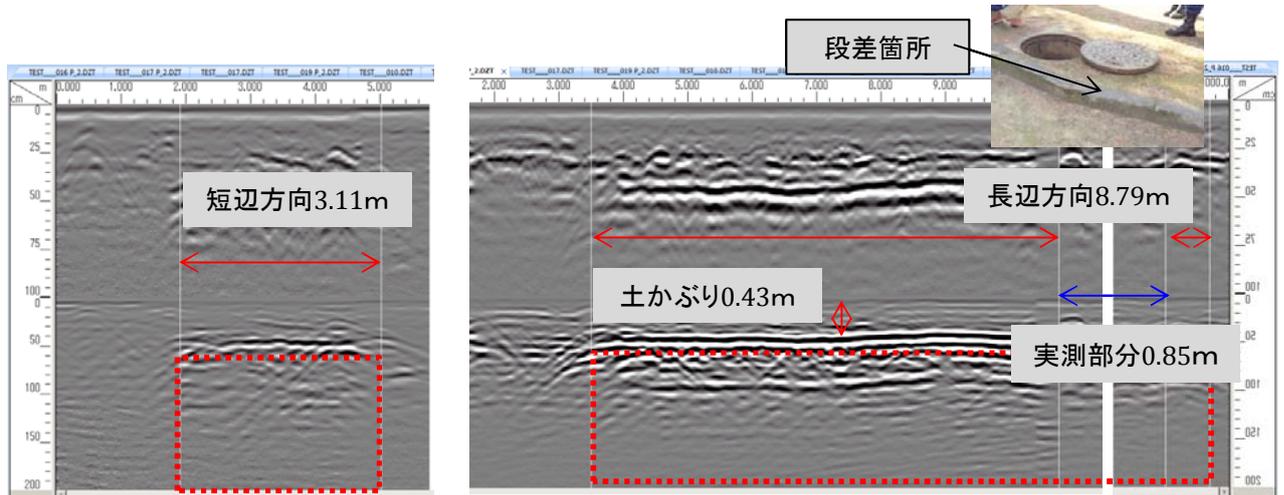


図2.2.1 推定断面図



注) 段差周辺の測定不可分はコンベックス等で実測(0.85m)し、計測分の距離に加算して長辺方向を算出した。

図2.2.2 地中レーダー 左：短辺方向、右：長辺方向

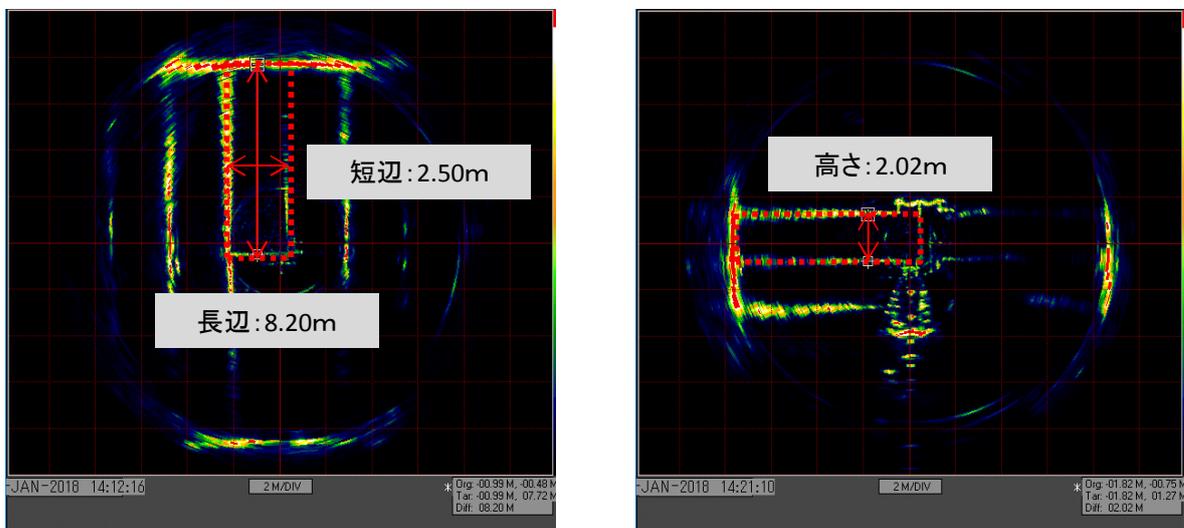
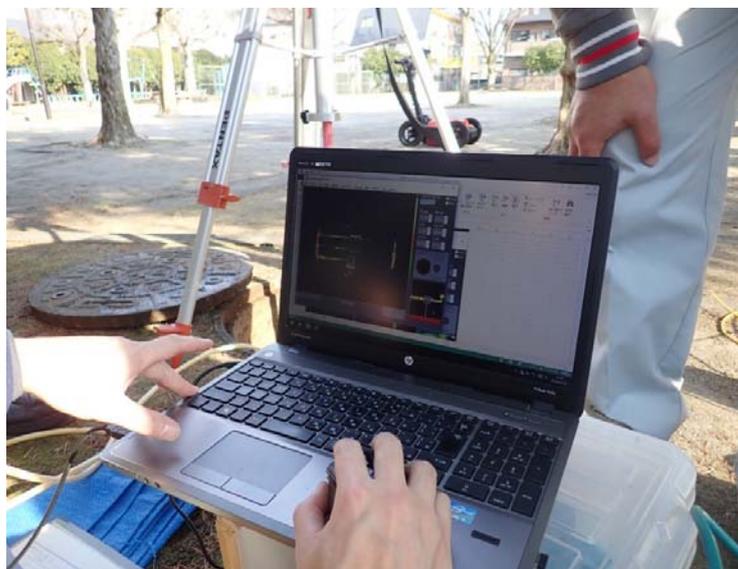


図2.2.3 水中ソナー 左：平面、右：断面



水中ソナー調査
使用機器

写真2.2.1 調査状況



水中ソナー調査
データ確認状況

写真2.2.2 調査状況



地中レーダー調査
測定状況

写真2.2.3 調査状況

2.3 防火水槽の内部状況

水中ROVモニターにより操作者が確認した防火水槽の内部劣化状況を以下に記す。

- ・頂版、側壁共に木製型枠による型枠跡が確認され、側壁にコンクリート躯体に直接防水塗装が施されていた。
- ・頂版、側壁共に特に劣化、損傷といった異常は確認されなかった。
- ・底版には堆積量は多くないが全体的に堆砂が確認され、脱落したストレーナーが確認された。
- ・底設ピットは相当量の土砂が堆積しており、鉄パイプと見られる廃棄物も確認された。

以下に水槽内状況の写真を示す。

	
<p>写真2.3.1 頂版状況</p> <p>マンホール周辺 型枠跡、水垢による汚れが見られる。</p>	<p>写真2.3.2 側壁状況</p> <p>北面東端付近 防水塗装(白色)が見られる。型枠跡、水垢による汚れが見られる。</p>
	
<p>写真2.3.3 側壁状況</p> <p>北面中央付近 型枠跡、水垢による汚れが見られる。ハンチ下から防水塗装(白色)が見られる。</p>	<p>写真2.3.4 底版状況</p> <p>西側付近(写真左に底設ピット) 全体に堆砂が見られる。</p>



水中ROV調査
使用機器

写真2.3.5 調査状況



水中ROV調査
操作・観察状況

写真2.3.6 調査状況