

膨張性高流動コンクリートを用いた配水池の耐震補強工事

広島市水道局配水部工事課	篠原 直巳
広島市水道局建設部建設設計課	荒木 誠
(株)大林組広島土木工事事務所	中本 道良
(株)大林組土木技術本部技術第五部 正会員	安田 敏夫
(株)大林組土木技術本部技術第五部	青木 茂

1. はじめに

広島市西部に位置する己斐配水池は、昭和47年に完成し、市内中心部および西部地区に給水している基幹施設である。

広島市の水道施設危機管理対策として、広島市に最も影響の大きい己斐断層を震源とする地震（震度6強）を想定し、耐震性の検討と安全性の照査を行ない、耐震化補強策として、池内部に耐震壁を増設し、構造物全体を補強するものである。

己斐配水池は、有効容量 25,000m³、地下式、フラットスラブ構造の配水池であり、覆土を施している。増設する耐震壁は上方が上床版に接するとともに既設の柱間、または柱と壁間にコンクリートを打設するものである。耐震壁は、高さ約4m、幅約4m、壁厚40cmであり、整流用の開口部（55cm×55cm）を3箇所設ける。この耐震壁のコンクリート打設において、本工事では、高流動コンクリートを用い、充てん性を確保すると共に、上床版付近では、特殊膨張剤を添加し、適度な膨張性を付与することにより、上床版との一体化を図った。

この報文では、耐震壁に用いた膨張性高流動コンクリートの品質、施工性および施工結果について報告する。

2. 工事概要

ここでは、己斐配水池の耐震化補強工事（1次）について報告する。己斐配水池は長さ約120m、幅約6.5mで隔壁により二池に区分されている。本工事はその内の一池に耐震壁を増設したものである（図-1参照）。工事概要を下記に示す。

発注者：広島市水道局

工事名称：己斐配水池耐震化補強工事（1次）

工期：平成11年6月23日～平成12年3月10日

施工者：(株)大林組

主な工事数量：耐震壁（約4m×4m×0.4m）；26ヶ（内整流用開口部ありが20ヶ）

整流壁（約4m×4m×0.2m）；1ヶ（整流用開口部あり）

キーワード：耐震補強、上水道施設、配水池、逆打ち、高流動コンクリート

連絡先：〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティB棟 (株)大林組土木技術本部技術第五部

TEL:03-5769-1324

FAX:03-5769-1979

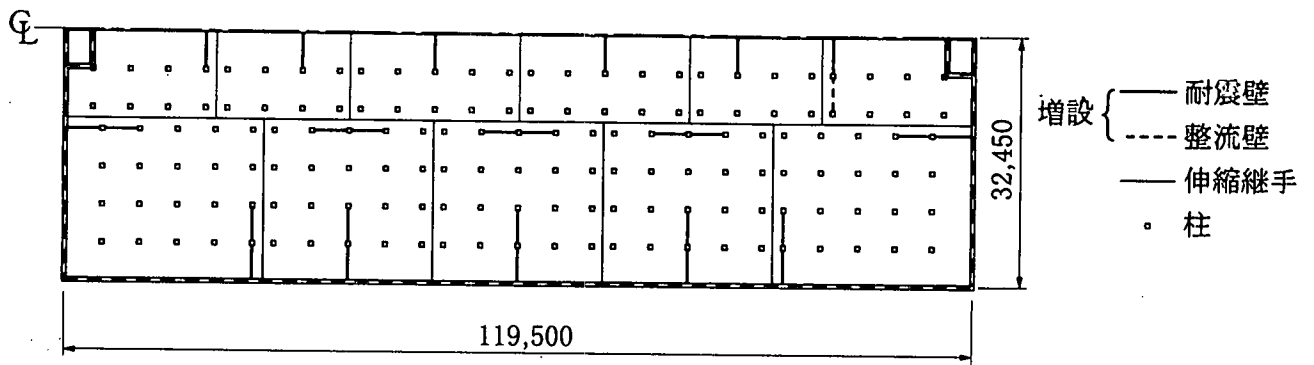


図-1 己斐配水池耐震化補強工事（1次）・平面図

3. 耐震壁の構造

今回の耐震壁（開口部有り）の配筋図を図-2に示す。前述の通り、高さ約4m、幅約4m、壁厚40cmである。鉄筋は縦筋、横筋共D16で、間隔は150mmである。開口部には補強鉄筋を配筋している。

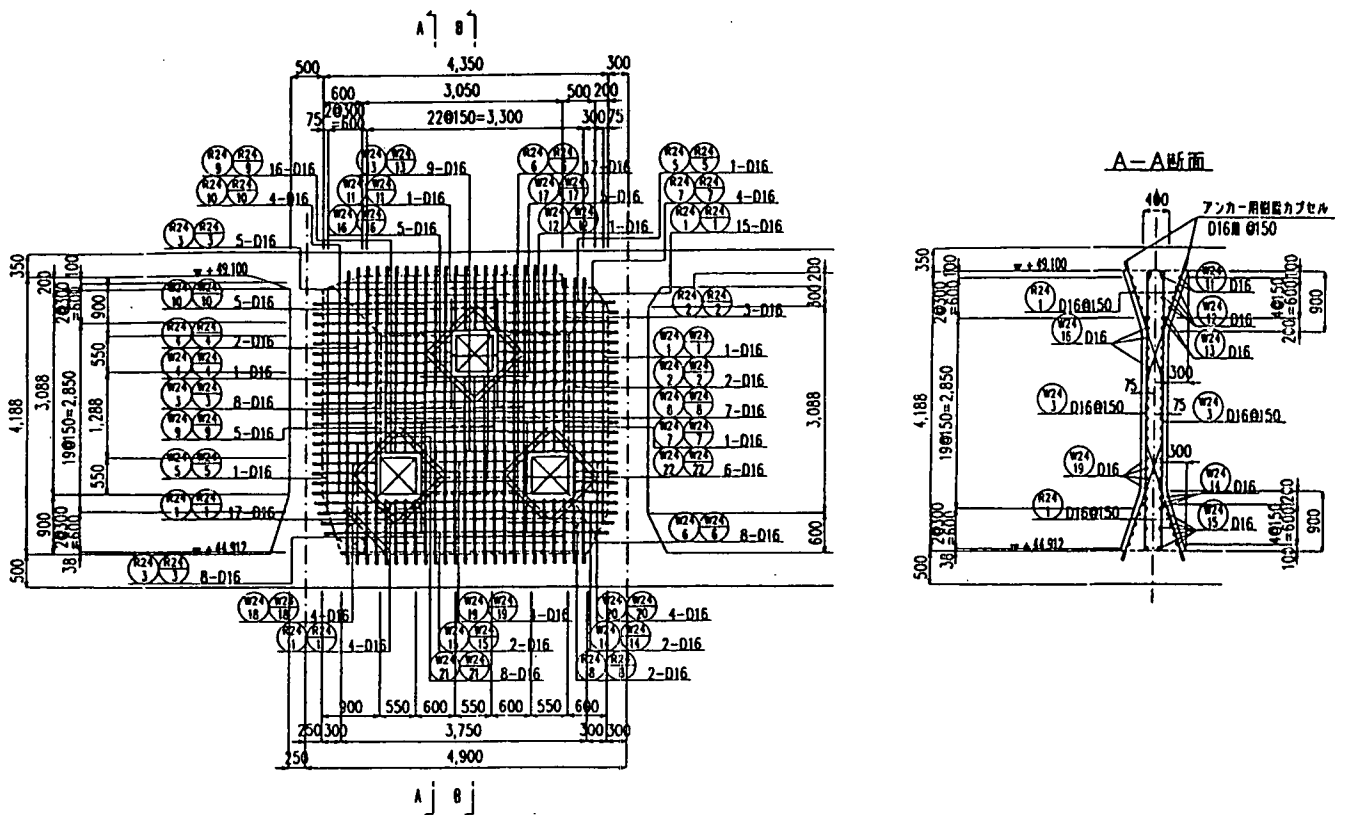


図-2 耐震壁配筋図（整流用の開口部あり）

4. 膨張性高流動コンクリートの配合選定

(1) 高流動コンクリートの採用にあつての工法比較

耐震壁の施工にあたり、表-1に示す3工法について比較検討を行なった。何れの工法とも、コンクリートについては覆土を除去し、上床版に打設孔を設け、フレキシブルホースにて打設する。工法1は、上ハンチ部まで普通コンクリートで打設し、残りを高流動コンクリートとする工法である。この問題点は、普通コンクリートを打設する際のパイプレータ作業に作業スペースが必要であり、このため、上ハンチ部程度まで

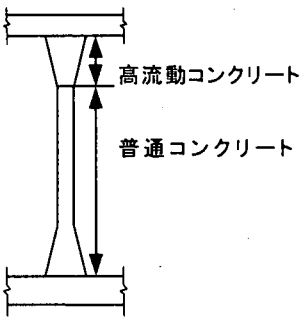
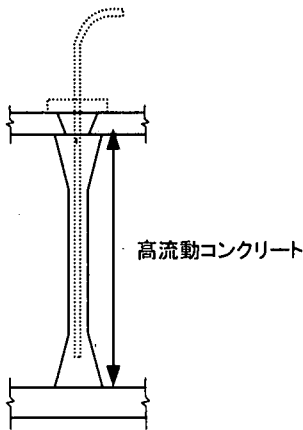
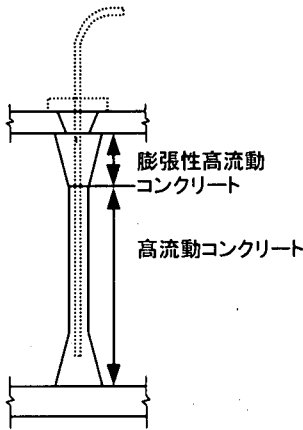
しか普通コンクリートによる打設ができず、打継ぎ処理を行ない、別途、ハンチ部のみを高流動コンクリートにより打設する必要がある。よって、他の工法に比べ工程が長くなる。また、普通コンクリートではパイプレータ作業が鉄筋等により非常に困難で、開口部付近の施工、特に開口部下部の充てん性が懸念される。

工法2は、耐震壁全体を高流動コンクリートにより施工する工法である。この工法では、一般部、開口部周辺の充てん性は確保できるが、上床版との一体化のため、別工程で、無収縮モルタルによる充てんまたは、膨張性グラウトによる注入等の作業が必要となる。

工法3は、工法2と同じく、耐震壁全体を高流動コンクリートにより施工する工法であるが、上床版下部の高流動コンクリートに膨張剤（特殊アルミ粉末）により適切な膨張を付与し、上床版との一体化を図る工法である。この工法は、阪神大震災時の地下構造物の柱の補強、打替え工事等^{参考文献}にも使用した工法である。

耐震壁の品質、施工性、工程、経済性等を全体的に評価し、工法3を採用した。

表-1 耐震壁施工工法比較

	工法1	工法2	工法3
	普通コン+高流動コン	高流動コン	膨張性高流動コン
概要			
	上ハンチの下部まで普通コンクリートで打設を行ない、打継ぎ処理を行ない、別途上ハンチ部を高流動コンクリートにて打設する。	高流動コンクリートを用いて一括打設する。上床版との一体化のため、別途、モルタル充てん、または、グラウトの注入等が必要。	高流動コンクリートを用いて一括打設する。上ハンチ部のコンクリートには、膨張剤を添加し、上床版と一体化させる。
施工性	普通コンクリート部には、パイプレータが必要。	○	◎
品質	開口部下部に施工欠陥が生じないように配慮が必要。		
工期	打設が2回となる。	打設は1回であるが、別途、上床版との一体化工事が必要である。	○
工費	◎	△	○
総合評価	△	△	○

(2) 高流動コンクリートの配合

本工事では、上ハンチ部まで（以降、下部と称す）は、高流動コンクリートで打設を行ない、上ハンチ部（以降、上部と称す）には、膨張性の高流動コンクリートを使用する。

本工事での高流動コンクリートの配合条件を表-2に、配合を表-3に示す。

製造管理、品質の安定性を考慮し、セメント、骨材、高性能AE減水剤はプラントの通常使用している材

料を用い、特別な設備の増設等を行なわないことを基本とし配合を選定した。なお、増粘剤、膨張剤は、予め計量しておき、1バッチ毎練混ぜ時にミキサーへ直接手投入することとした。

開口部下部等の充てん性等を考慮し、スランプフローは、67.5cm とし、U形充てん装置を用いた間げき通過性試験（以降、U形試験と称す）の充てん高さは、高流動コンクリート施工指針（土木学会）のランク2の規定に準拠し、障害R2を用い、30cm以上とした。また、狭隘部の逆打ちとなるため、ブリーディングを生じさせないこととした。

材料分離抵抗性は、主に粉体（セメント）で確保し、ブリーディングを確実に抑制する目的で増粘剤を添加した。また、上ハンチ部の高流動コンクリートには、全体のコンクリートの沈下等を考慮し、膨張率1.25%の膨張を付与するために特殊アルミ粉末の膨張剤を25g/m³添加した。この特殊アルミ粉末は、膨張開始時間（運搬時間、打込み時間等を考慮し練混ぜ後数時間で膨張開始）、膨張終了時間（硬化終了までに完了）を制御したものである。

表-2 高流動コンクリートの配合条件

	最大骨材寸法 (mm)	設計基準強度 (N/mm ²)	スランプフロー (cm)	空気量 (%)	U形試験 (cm)	ブリーディング率 (%)	膨張率 (%)
下部	20	24	67.5±5	4.5±1.5	30以上	0	-
上部	20	24	67.5±5	4.5±1.5	30以上	0	1.25±0.75

表-3 配合表

	W/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)								
			W	C	S1	S2	G1	G2	AD	増粘	膨張
下部	35.0	51.8	175	500	255	593	326	490	8.5	0.25	-
上部	35.0	51.8	175	500	255	593	326	490	8.5	0.25	0.025

〔使用材料〕

C：普通ポルトランドセメント ρ=3.16

S1：加工砂 ρ=2.55 S2：砕砂 ρ=2.67 S1：S2=30：70（重量比）

G1：粘板岩碎石 ρ=2.72 G2：石灰碎石 ρ=2.72 G1：G2=40：60（重量比）

AD：高性能AE減水剤；ポリカルボン酸系

増粘：増粘剤；セルロース系

膨張：膨張剤；特殊アルミ粉末

5. 施工結果

(1) 施工手順

施工手順を図-3に示す。

(2) 既設コンクリートの目荒らし

耐震壁と接する既設コンクリートの目荒らしはウォータージョット工法を用いた。

(3) 鉄筋および型枠組立

鉄筋および型枠組立状況を写真-1、2に示す。

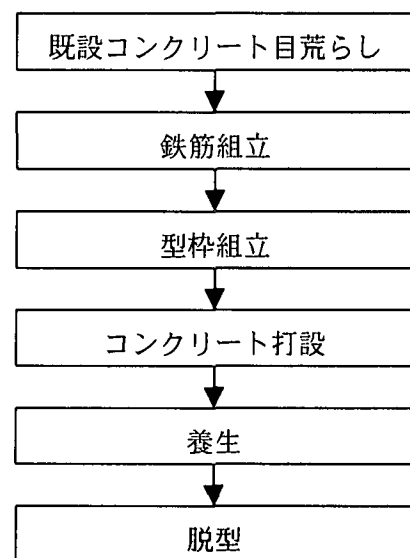


図-3 施工手順

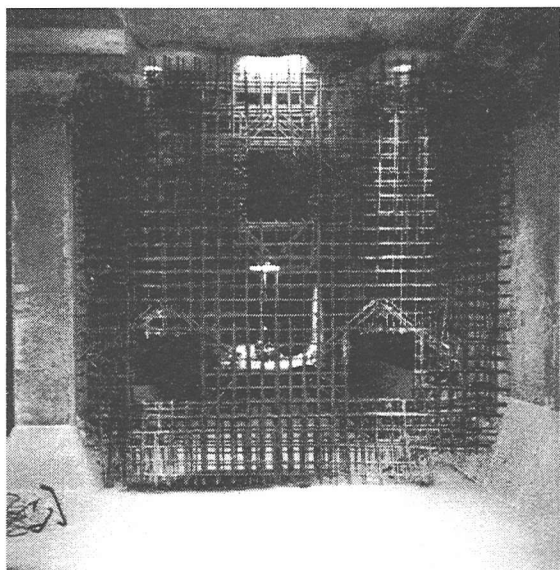


写真-1 鉄筋組立完了

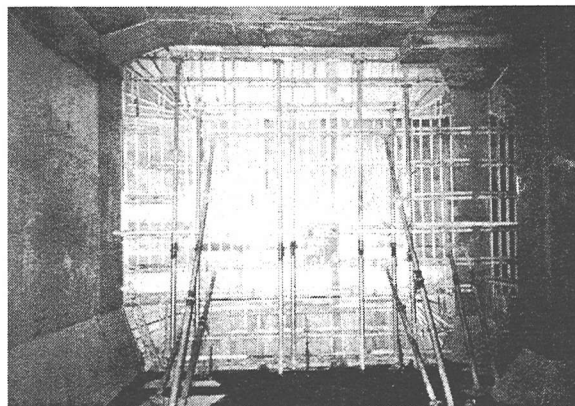


写真-2 型枠組立完了

(4) コンクリートの打設

コンクリート打設は、全体を5回に分け行い、1回あたりの打設は耐震壁6～8箇所程度（最小2箇所）とした。

各耐震壁毎に、上床版にコンクリート投入口および空気孔（2箇所）を設け、投入口よりフレキシブルホースを挿入し打設した（写真-3参照）。配水池内部では、打設高さの管理、充てん状況の確認、型枠点検等を行なった。

筒先とコンクリート面の高さ（自由落下高さ）を1m程度とした。下部の高流動コンクリートは上部のハンチまでとし、約1時間程度経過させ、沈下を進行させた後、上部の膨張性高流動コンクリートを打設した。膨張性高流動コンクリートの品質試験結果例を表-4、写真-4に示す。

膨張試験結果例を図-4に示す。膨張は、練混ぜ後3時間で開始し、6時間後に終了した。



写真-3 打設状況



写真-4 品質試験状況例

表-4 品質試験結果例（上部コンクリート）

	試験値	規格値
スランプフロー(cm)	67.0	67.5±5
空気量(%)	3.8	4.5±1.5
U形試験(cm)	35.0	30以上
ブリーディング率(%)	0	0
膨張率(%)	1.57	1.25±0.75

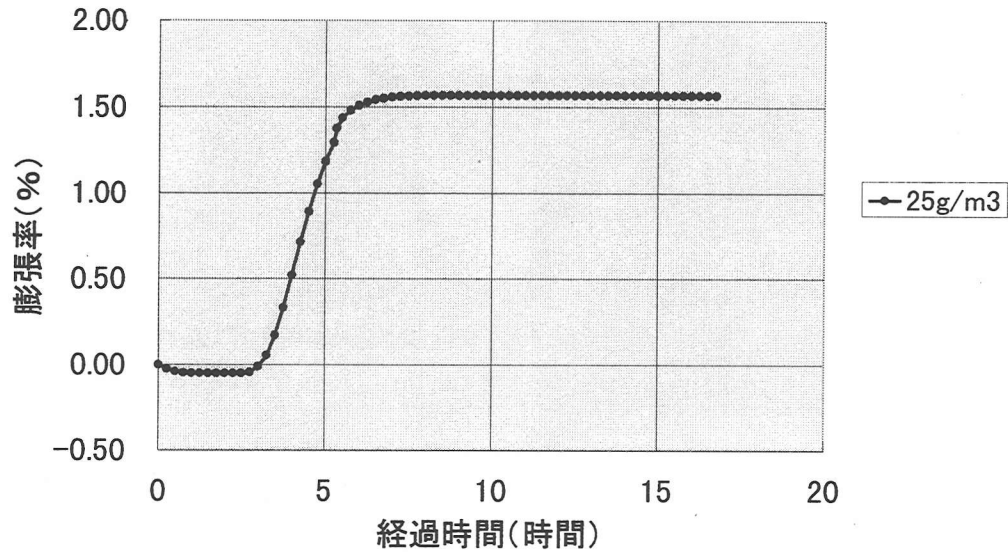


図-4 膨張試験結果例

(5) 養生および脱型

コンクリート打設3日後に脱型を行なった。脱型完了状況を写真-5に示す。脱型後の養生は散水養生とし、打設後5日まで行なった。開口部下部にも充てんされており、また、上床版にも密着しており、十分な品質を確保することができた。

6. おわりに

本工事では、既設配水池の耐震壁の増設に当たり、狭隘かつ逆打ちであるため、膨張性高流動コンクリートを用いた。配合については、プラントの通常使用している材料を用い、特別な設備を使用しないことを基本に選定した。適切な充てん性、材料分離抵抗性、膨張性を付与することにより十分な品質を確保することが可能であった。

参考文献

- ・若松岳、竹中康訓、田中広司、横溝文行：震災を受けた地下RC柱の膨張性高流動コンクリートによる補修、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.18, No.2, pp.17～22, 1996

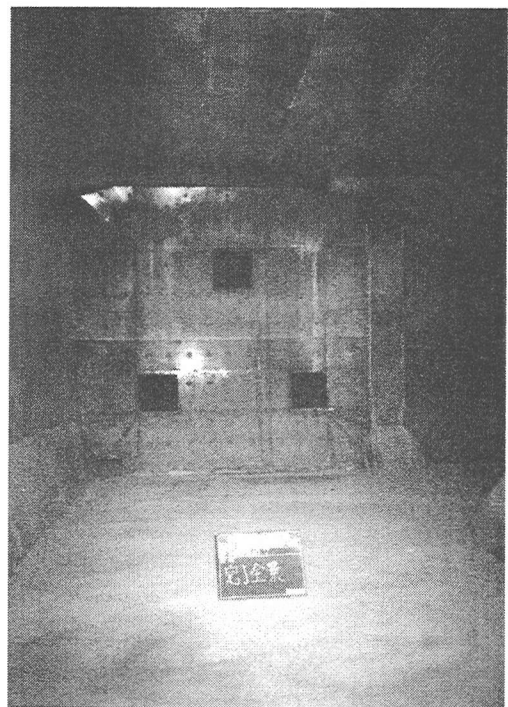


写真-5 打設完了