

長期間水道施設として供用されたコンクリートの耐久性評価

清水建設株式会社 土木技術本部 正会員 ○山口 浩 久保 昌史
頃安 研吾 宮田 佳和
東京都水道局 西部建設事務所 藤川 和久 大門 一郎
清水建設株式会社 土木東京支店 正会員 高橋 伸知

1. はじめに

一般に、コンクリート構造物の供用期間は 50 年から 100 年の長期に渡るため、高い耐久性が要求される。このため、実際に長期間供用された構造物の耐久性を評価することは、今後のコンクリート構造物の建設や維持管理のための有用な資料になると考えられるが、これまで事例は少ない。今回、供用後、90 年経過した水道施設コンクリートに対して各種調査を行い、耐久性の評価を行った結果を報告する。

2. 調査概要

調査対象は 1924 年（大正 13 年）に供用を開始した配水池の水槽であり、2014 年に 90 年間の供用を終えて撤去工事を行なう際に調査を行った。構造物は図- 1 に示すような 78.9m×66.7m の RC 構造物であり、表面は覆土されていた。調査項目および試験方法を表- 1 に示す。調査では、頂版、側壁気中部、側壁水中部、底版の 4 部位で部位毎に 3 箇所、計 12 本のコア（φ100mm）採取を行った。なお、底版以外は部材を貫通してコアを採取した。

3. 調査結果

3.1 中性化深さ

採取したコアを割裂し、内空側、覆土側両方の中性化深さを測定した（底版は内空側のみ）。中性化深さの測定結果および土木学会の予測式¹⁾ から算出した値を表- 2 に示す。予測には後述する配合推定により得られた配合を用いた。中性化深さは最大で 10.0mm であり、実測かぶりに対して小さかった。当該構造物は、外側を土で覆われており、内側も常に貯水されていたことから湿度が高い状態に保たれていたため、中性化の進行が緩やかであったと推察される。また、底版以外は測定結果が予測値を概ね下回っており、使用されたコンクリートの中性化に対する抵抗性は現代のものと同等以上と考えられる。

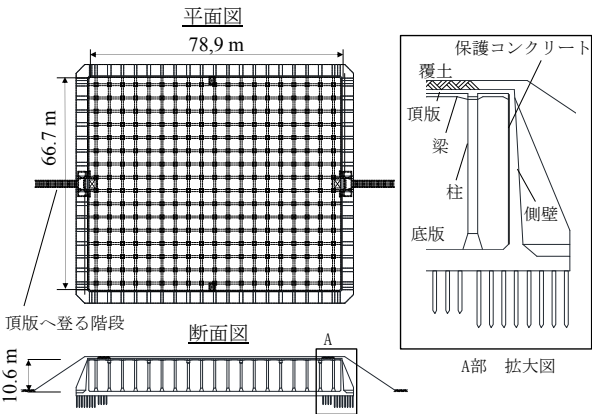


図- 1 構造物概要

表- 1 調査項目および試験方法

調査項目	試験方法
中性化深さ	JIS A 1152
塩化物イオン量	JIS A 1154 (電位差滴定法)
圧縮強度・弾性係数	JIS A 1107・JIS A 1149
配合	セメント協会 F-18

表- 2 中性化深さの結果

部位	内外	中性化深さ(mm)				実測かぶり(mm)
		最大	最小	平均	予測	
頂版①	内	5.5	0.0	2.5	8.8	—
	外	3.5	0.0	1.1		125
頂版②	内	9.0	4.0	6.3	8.8	29
	外	2.0	0.0	1.2		—
側壁気中①	内	0.0	0.0	0.0	7.4	—
	外	2.5	0.0	0.9		50
側壁水中①	内	9.5	4.5	6.6	7.4	175
	外	9.0	3.5	5.7		—
底版①	内	10.0	2.0	5.9	4.8	—
底版②	内	5.0	0.0	2.3		

キーワード 実構造物，水道施設，長期の耐久性，配合推定，コンクリート

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16-1 清水建設(株) 土木技術本部 TEL 03-3561-3915

3.2 塩化物イオン量

塩化物イオン量の測定結果を図-2に示す。全体的に塩化物イオン量は少なく、後述の配合推定結果からW/Cを50%(普通ポルトランドセメント)とした場合の鋼材腐食発生限界濃度(1.9kg/m^3)以下であった¹⁾。ここで、最も塩化物イオン量が多い底版において塩化物イオンの拡散係数を推定した結果と、後述の配合推定の結果から土木学会の式¹⁾を用いて算定した結果を表-3に示す。これらの比較から、当時のコンクリートは現代のものとほぼ同程度の拡散係数であり、塩害に対する抵抗性は同等であると考えられる。

3.3 圧縮強度および弾性係数

圧縮強度、弾性係数の試験結果を表-4に示す。部位によってばらつきがあるが、いずれの部位においても圧縮強度は 30N/mm^2 以上を示している。当時の締固めは、昭和6年12月に竣工した隣接する配水池での打設状況(図-3²⁾参照)からも分かる通り、棒状の器具を用いて人力で行われていたが、この結果から入念に締固めが行われていたことが推察される。

3.4 配合推定

配合推定の結果を表-5に示す。水セメント比は50%以下と低く、中性化や塩害に対する抵抗性が高い一因になっていると考えられる。また、配合推定結果を容積比で表した結果を表-6に示す。当時は一般的に配合を容積比で表していたが、頂版はセメント：骨材で1:9、側壁、底版は1:6であり、これは当時の容積配合ガイドラインのセメント：細骨材：粗骨材で1:3:6、1:2:4に該当すると考えられ³⁾、隣接する配水池でも同じ配合が使われていたことが記録されている²⁾。

4. まとめ

当該構造物のコンクリートは90年経過した現在も中性化、塩化物イオンの浸透が軽微であり、圧縮強度も 30N/mm^2 以上で健全な状態であった。また、当時の一般的な配合が用いられていたと推定され、水セメント比が50%以下と低いことが中性化や塩害に対する抵抗性が高い一因であった可能性がある。これらの結果から、現在のコンクリートと同等の耐久性を有していることが分かった。

参考文献

- 1) 土木学会:2012 年制定コンクリート標準示方書[設計編], 2013
- 2) 大倉土木:東京市水道和田堀浄水池竣工記念写真帖, 1932
- 3) 土木学会:解体新書 大川津分水可動堰, 2014

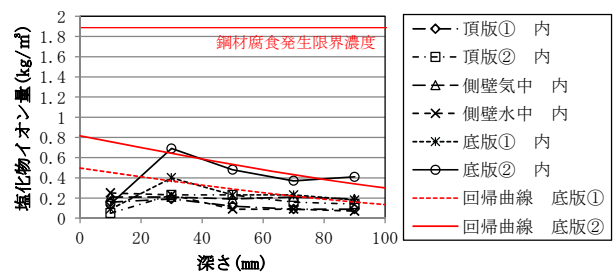


図-2 塩化物イオン量の測定結果

表-3 拡散係数の算定結果($\text{cm}^2/\text{年}$)

部位	調査結果からの 回帰	現行基準からの 算定
底版①	0.47	0.54
底版②	0.69	

表-4 圧縮強度試験結果

	圧縮強度 (N/mm^2)	弾性係数 (kN/mm^2)
頂版①	46.3	41.2
頂版②	42.8	33.7
側壁 気中②	38.8	39.4
側壁 水中①	30.6	39.0
底版①	53.8	39.1
底版②	46.1	38.4

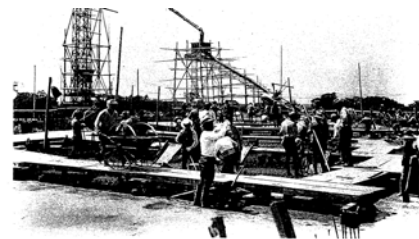


図-3 当時のコンクリート打設状況

表-5 配合推定結果

部位	単位 容積 質量 (kg/m^3)	W/C (%)	単位量(kg/m^3)		
			セメント	水	骨材
頂版③	2,438	50.0	224	112	2,101
側壁 水中②	2,395	48.3	265	128	2,001
底版③	2,370	45.3	300	136	1,934

表-6 容積比率

部位	容積比率	
	セメント	骨材
頂版③	1	8.5
側壁水中②	1	6.9
底版③	1	5.9