

耐硫酸コンクリートを使用した流量調整槽補修工事の現場施工について 耐硫酸コンクリートの流量調整槽補修工事への適用

大成建設(株) 浦安土木工事作業所 正会員 ○木村竜太 寺谷充憲
大成建設(株) 技術センター 正会員 宮原茂禎 梁俊
宇部興産(株) 技術開発研究所 正会員 藤野由隆

1. はじめに

(株)オリエンタルランド所有の排水処理施設である流量調整槽は、変動する汚水の水質、水量を安定させるために、一時的に汚水を貯留する水槽である。図-1,2に示すように1系列が1槽・3室(1室の内空寸法は、幅5.6m×高さ5.6m×奥行き10.0m)から成り、4系列で構成されている。長期にわたり定期的なメンテナンスや躯体調査を行ってきたが、供用開始から約40年が経過し、槽内で生成される硫酸によるコンクリートの腐食が顕著になった。近年の躯体調査においては、気層部のスラブ下面や壁面でコンクリート表面の腐食による減厚が約30mmの部位もあり、部分的に骨材や鉄筋が露出していたことから、当該調整槽の補修工事を実施することとした(写真-1,2)。

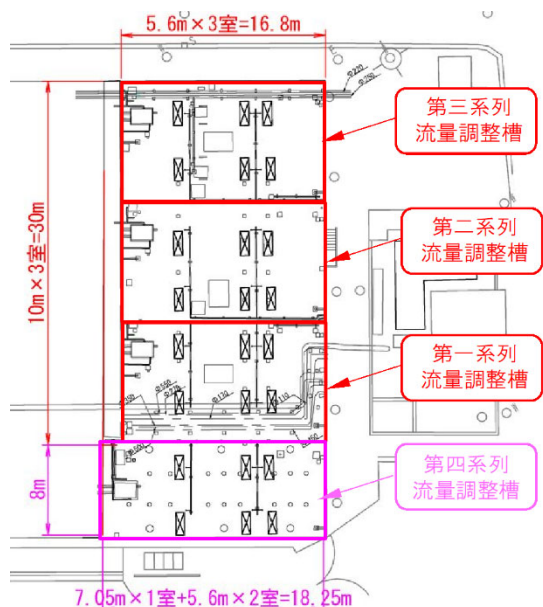


図-1 流量調整槽平面図

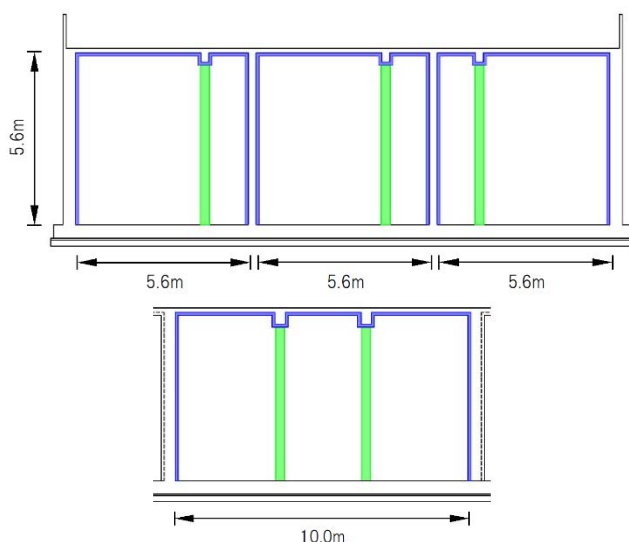


図-2 流量調整槽断面図



写真-1 補修前(全体)



写真-2 補修前(気層部)

キーワード 下水道施設, 硫酸, 耐硫酸コンクリート, 補修工事

連絡先 〒163-0616 東京都新宿区西新宿 1-25-1 新宿センタービル 大成建設株式会社 TEL 03-5381-5414

2. 流量調整槽の補修工法

硫酸によるコンクリート腐食に対する補修工法として2つの方法が考えられた。1つ目の方法はウォータージェットにより脆弱部を研り、クラック注入したのちに普通コンクリートで断面修復し、防食被覆で防護する方法であり、2つ目の方法は、脆弱部を研り、クラック注入したのちに、耐硫酸コンクリートによって増し打ちする方法である。前者は、防食被覆を15年～20年毎に改修する必要があるのに対し、後者は、耐硫酸コンクリートが通常のコンクリートの10倍以上の耐硫酸性を持つことにより、防食被覆を必要とせずに長期のメンテナンスフリーが可能である。将来のメンテナンスを含むライフサイクルコストを比較した結果、後者に経済的優位性があったため、耐硫酸コンクリートによる増し打ち工法での補修を選定した。

3. 耐硫酸コンクリート

(1) 使用材料と配合

今回使用した耐硫酸コンクリートは、耐硫酸付与材、石灰石微粉末および石灰石骨材により耐硫酸性を向上させたもので、浸漬試験での耐硫酸性は通常のコンクリートの10倍以上である。耐硫酸性付与材により、硫酸がコンクリート表面に接触すると表面に緻密な石こう層が形成されることで、腐食を大きく抑制する。施工においては高流動コンクリートとして使用する。今回の補修に使用した配合は、24-70-15N（水結合比=51.7%）である。これまでに一般的なレディーミクストコンクリート工場で連続的に耐硫酸コンクリートを製造した実績はないため、今回の施工においてコンクリートの製造に関しても安定的な品質確保が課題であった。

製造した耐硫酸コンクリートの使用材料を表-1に、配合を表-2に示す。耐硫酸コンクリートはフレッシュ性状を専用流動調整材で調整するため、目標スランプフローおよび目標空気量の範囲内になるように専用流動調整材およびAE剤の添加量を調整した。製造時の品質管理項目を表-3に示す。

表-1 使用材料

材料	記号	種類
練混ぜ水	W	水道水
セメント	C	普通ポルトランドセメント
細骨材	S	石灰石砕砂
粗骨材	G	石灰石砕石 1505
混和材	Lp	石灰石微粉末
	EX	膨張材
特殊混和材	A	耐硫酸性付与材
	B	専用流動調整材
	AE	ヴィンゾルW

表-2 配合

W/C (%)	単位量 (kg/m³)							添加量 (kg/m³)
	W	C	Lp	S	G	A	EX	B AE
51.7	160	295	350	873	635	9.6	15	調整 調整

表-3 品質管理項目

スランプフロー	空気量	呼び強度
70±5.0, -10.0cm	4.5±1.5%	24N/mm²

(2) 品質管理結果

a) フレッシュ性状

出荷時と現場受入時におけるスランプフローの測定結果を図-3に示す。運搬時間は30～50分程度であったが、スランプフローは出荷時と現場受入時で概ね同等であり、高い保持性を有していることを確認した。また、現場受入時のスランプフローは概ね65～70cmの範囲で安定しており、ばらつきも小さかった。

空気量の測定結果を図-4に示す。空気量は製造時にAE剤によって連行させ、出荷時は概ね4～5%であったが、現場までの運搬で減少する傾向が認められた。受入時の空気量はいずれも管理範囲内であったが、その下限値に近い3～4%であった。

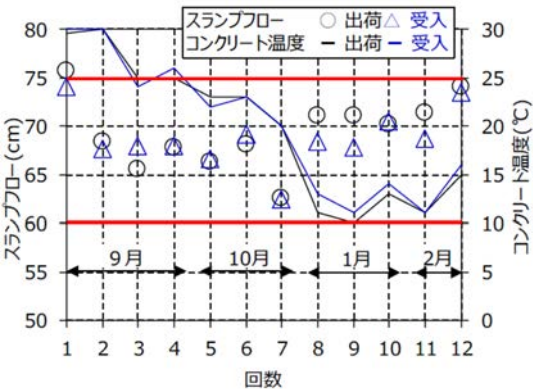


図-3 スランプフロー試験結果

b) 強度性状

圧縮強度試験の結果を図-5 に示す。圧縮強度は、季節にかかわらず概ね 45～50N/mm² の範囲であった。標準偏差は 1.53N/mm² であり、ばらつきが小さいことを確認した。

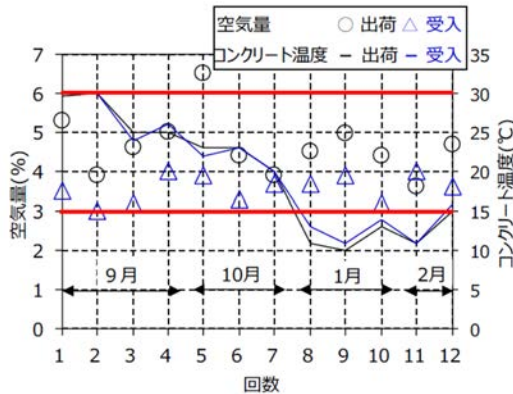


図-4 空気量試験結果

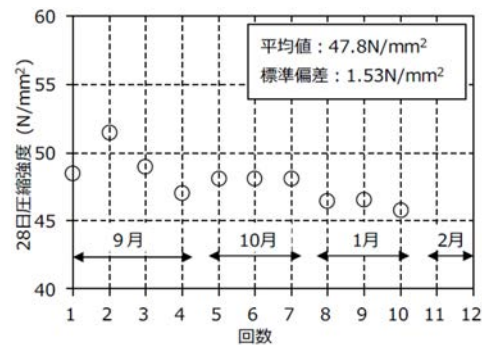


図-5 圧縮強度試験結果

4. 施工フロー

施工フローを図-6 に示す。まず、ウォータージェット工法による超高圧水で壁とスラブの既存コンクリートの表面の劣化部分 (20 mm～30 mm) を除去した。次に新旧コンクリートを相互に付着させるため、ポリマーセメント系のプライマーを吹き付けた。その後、溶接金網を設置し、型枠を組立て、耐硫酸コンクリートを 100mm 増し打ちした。打設は、壁は 2 リフト (1 リフト目 H=2.6m 2 リフト目 H=2.35m) と、スラブ・梁の計 3 リフトで施工した。

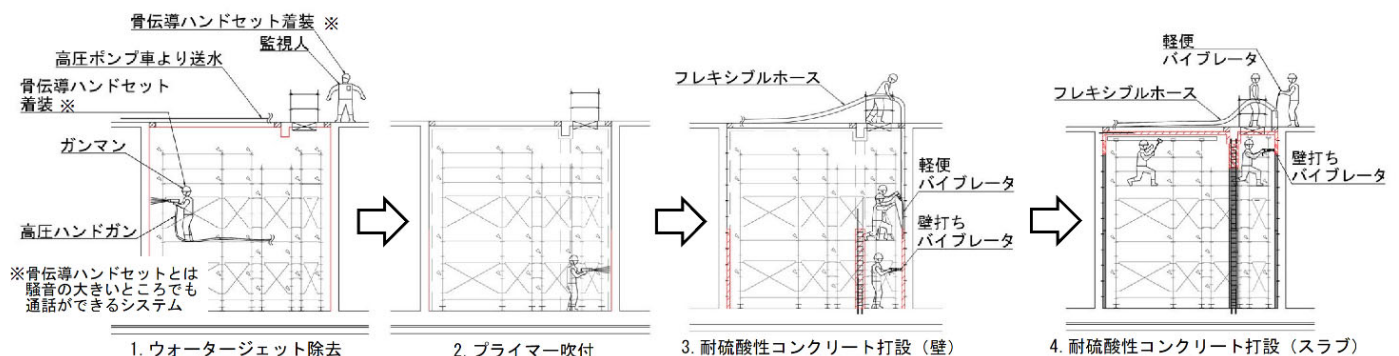


図-6 施工フロー

5. 施工計画の留意点と現場施工

施工計画において、スラブ下面および梁下部に確実に充填することが課題であった。施工条件から U 型充填試験の自己充填性ランクを 1 に設定し、所定の流動性となるようにコンクリート配合を選定した (写真-3)。さらにモックアップ試験によって梁の底面に充填できることを確認した (写真-4)。



写真-3 U 型充填試験



写真-4 モックアップ試験

施工では、流動距離を考慮し、打設/リーク確認/エア抜きの3つの用途を兼用したコアボーリング孔を設けて、充填を確認しながら確実に施工した（図-7, 8）。打設はコアボーリング孔にボイド管をセットし、ヘッド差を利用して打設を行った（写真-5）。空気が溜まらないように、打設方向は、図-7の矢印に示すように片押しとした。また、壁の増し打ちには型枠の固定にセパアンカーを使用した。高流動コンクリートで側圧が一般のコンクリートの約2倍になるため、引張試験を実施し、セパアンカー配置を決定した。これらの対策を実施したことにより品質を確保した補修が行えた。脱型後に壁面、スラブ下面ともに欠陥なく充填できたことを確認した（写真-6）。

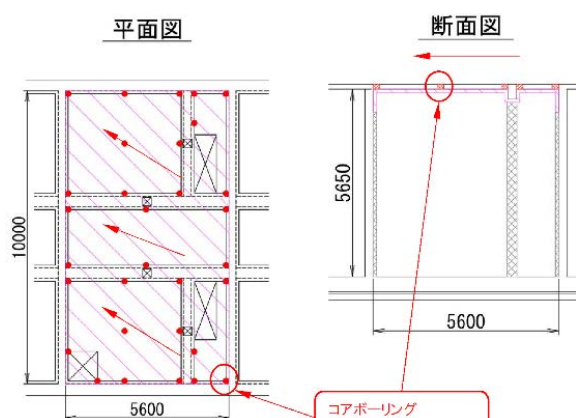


図-7 コアボーリング配置図

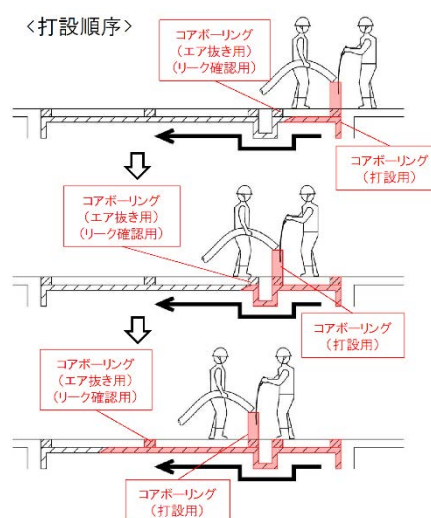


図-8 スラブ打設手順



写真-5 スラブ打設状況



写真-6 補修完了

6. まとめ

排水処理施設は、供用開始から40～50年経過すると当該施設のように硫酸に起因したコンクリートの腐食が懸念される。従来の防食被覆を補修する工法に比べ、今回実施した耐硫酸コンクリートの増し打ちによる補修はライフサイクルコストを考えた上でも有効と考えられる。

今回の工事によって、製造面では耐硫酸コンクリートの市中のレディミクストコンクリート工場での製造及び現場への安定した供給は季節を問わず可能であることが確認できたとともに施工面では、厚さ100mmの厳しい充填条件であったが、事前に実機試験練や施工方法の検討を十分に行ったことで、脱枠後に充填不良やひび割れ等の欠陥を発生させることなく円滑に施工ができた。