

高さ 6 m の地上コンクリート水槽構築における 漏水ゼロを目指した取り組み

A Project for Constructing a Concrete Water Tank of 6 Meters Height in the Ground

壽松木一哉^{*1} 木嶋聖大^{*2} 音瀬昌樹^{*3} 石川篤^{*4}
Kazuya Suzuki Takahiro Kijima Masaki Otose Atsushi Ishikawa
加藤淳司^{*5} 吉松公生^{*6}
Junji Kato Kimio Yoshimatsu

【要旨】

報告する事例は、化学工場内で使用した水を浄化するシステムの一部となる高さ 6m の鉄筋コンクリート造の地上水槽を造る工事である。本工事では、仕様書に示された「躯体漏水ゼロ」を実現するために、高品質で密実な躯体構築が必要不可欠であった。そこで、漏水の原因を抽出するとともに、対策項目を、人（協力体制）、材料、施工の 3 つの観点から具体策を立案し、コンクリート水槽の実施工に適用した。その結果、型枠の解体後に実施した 24 時間の水張り試験において漏水は確認されず、「躯体漏水ゼロ」を実現することができた。

【キーワード】 コンクリート水槽 漏水ゼロ コールドジョイント 止水リング P コン穴専用 PCM

1. はじめに

ここで報告する事例は、化学工場内で使用した水を浄化するシステムの一部となる地上 6m の鉄筋コンクリート造の水槽を造る工事である。一般に、高さ 6m のコンクリート構造物の構築にあたっては、高所からの打込みとなることや、多数の打重ねの存在、ブリーディングの発生に伴うコンクリートの沈下による影響など配慮すべき点が多い。さらに、本案件は写真-1 に示すように、工場内の水槽施設であり、稼働後に漏水などの不具合を生じても、工場の稼働を停止させるような補修は、困難となる。そのため、コンクリート構造物の初期性能として、遮水性が求められており、仕様書には「躯体漏水ゼロ」が示されていた。

そこで、ここでは、「躯体漏水ゼロ」を実現するために検討・実施した取り組み事例について報告する。



写真-1 出来形全景

2. 工事概要

工 期：平成 27 年 6 月～平成 28 年 3 月
発 注 者：栗田工業株式会社
施 設 名：鉄筋コンクリート造水槽（防食塗装）
構造体寸法：長さ 22.5m × 幅 13.2m × 高さ 6.0m

3. 漏水ゼロを実現する対策の検討

漏水ゼロを実現するために、漏水原因と考えられた、①貫通ひび割れ、②セパレータ（以降セパと記す）からの漏水、③表層ひび割れ、④コールドジョイント、⑤充填不良（豆板）⑥打継不良、⑦密実性の不良（材料分離、型枠継目からのペースト漏れ、締固め不良）の 7 項目の不具合に対して、**人、材料、施工**に分類して対策を立案した。以下に、各項目の対策方法を示す。

人：発注者、施工者（協力業者を含む）による漏水防止検討会の開催による使用者ニーズや課題と対策手法の共有、関連部署（支店、本社、技術研究所）の保有する技術ノウハウの登用と支援体制の構築。

材料：調合の見直し、耐アルカリ性ガラス繊維ネット・止水リング・P コン専用止水ポリマーセメントモルタル（PCM）・特殊配合モルタル・止水目地材・固定式止水板等の使用。

施工：筒先挿入口確保・打重ね時間間隔 60 分以内厳守・リフト高さ管理・初期充填と再振動締固めに太径のφ50mmパイプレータの使用・タンピング実施。

以上のように対策項目を整理することで、実施の目的、担当者、得られる効果を明確にし、注力の方針を定めた。

4. 漏水ゼロを実現する対策項目の実施と結果

4.1 <材料>コンクリート調合の変更

仕様書では、高性能AE減水剤を適用した調合が指定されていたが、コンクリートの供給プラントでは、対象の呼び強度およびスランプに対応するAE減水剤を用いた調合の単位水量は170kg/m³程度と比較的小さいものであった。そのため、高性能AE減水剤を使用してのスランプ抑制や、さらなる単位水量減少は、適切なワーカビリティ確保を妨げる可能性があると考えられた。そこで、試験練りによって呼び強度や混和剤の異なる調合の経時変化を観察し、想定施工時刻にスランプの低下変動が小さく材料分離抵抗性に優れる調合を選定することとした。その結果、図-1に示すように、AE減水剤を使用した27-15-20Nの性状が良好であることを確認し、適用することにした。実施工では、安定したフレッシュ状態でコンクリートが供給され、確実な充填と締固めが可能であった。このように、適用した調合は仕様書と異なった(表-1)が、設計者の理解を得て適切な判断が行えた。

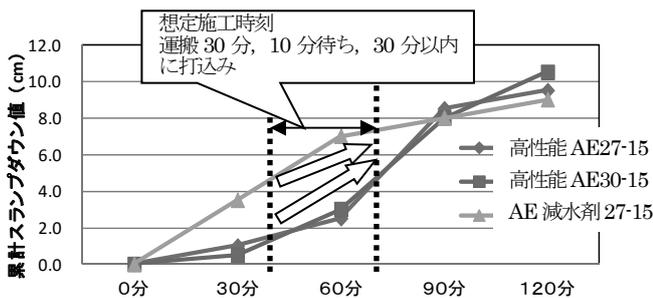


図-1 練り混ぜからの経過時間と累計スランプダウン値の関係

表-1 検討調合

調合変更	調合名	混和剤種類	単位量 (kg/m ³)					混和剤
			水	セメント	膨張材	細骨材	粗骨材	
前	27-15	高AE減	162	304	20	800	998	2.92
比較用	30-15	高AE減	162	325	20	771	1011	3.11
後	27-15	AE減	170	327	20	748	1014	3.47

4.2 <材料>ひび割れ対策

1) 耐アルカリ性ガラス繊維ネットの適用

表層のプラスチックひび割れ防止、開口部の隅角部斜めひび割れ防止(写真-2)、躯体貫通配管廻りの貫通ひび割れ防止を目的に耐アルカリ性ガラス繊維ネットを適用することとした。実施工では、適用した箇所にひび割れは発生せず、耐アルカリ性ガラス繊維ネットが効果的にひび割れを抑制できたものと考えられた。この手法は、取扱いも比較的容易なため、ひび割れの生じやすい壁厚の小さな建築構造物にも有効な施工法と考えられる。

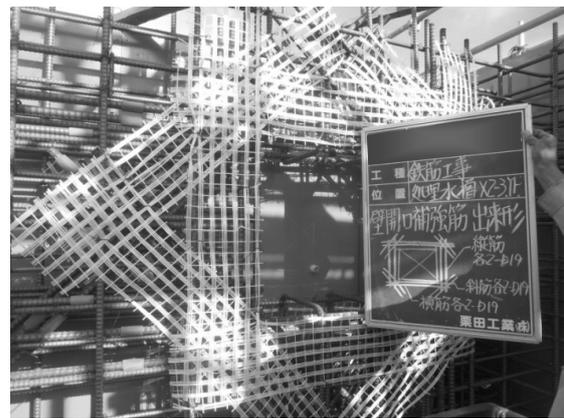


写真-2 開口部へのガラス繊維ネット設置と躯体状況

2) ひび割れ誘発目地の適用

本工事では、壁長が22.5mと長いので、各種の収縮現象(温度応力、乾燥収縮、自己収縮等)に伴って貫通ひび割れの発生が懸念された。そこで、漏水の原因となるひび割れの発生を抑制することを目的として止水効果の付与された誘発目地材(図-2)を3m間隔内外で設置することとした。

実施工では、打込み時にバイブレータを接触させないよう注意を要したが、脱型後の躯体表面にひび割れは発生せず、ひび割れのない高品質な躯体構築に貢献したと考えられる。

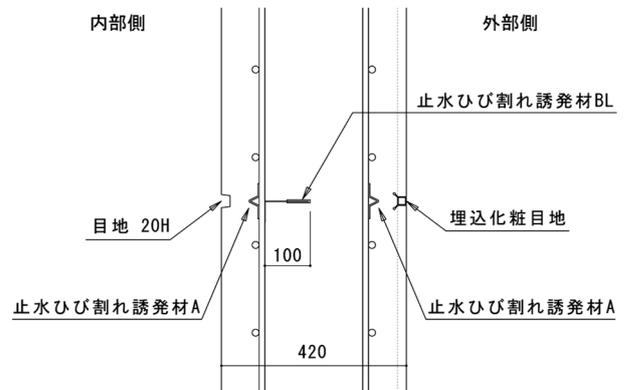


図-2 外壁 止水機能付 ひび割れ誘発目地 断面図

4.3 <材料>漏水対策

1) 止水建材の適用

壁部材では、ブリーディングの発生によってセパレータ下面に脆弱層が生じやすく、漏水の原因になりやすいことが知られている。そこで、セパレータからの漏水対策として有効性を定量的に確認している止水セパリング(水膨張ゴムと水膨張なしゴムの複合止水リング)りと、Pコン穴専用PCM(ポリマーセメントモルタル)を適用することとした。実施工では、計画的に止水建材の設置と施工ができ、セパレータ部からの漏水は生じなかった。

本件は、独自技術によって止水建材の定量的な評価が可能となった成果を効果的に実用できた事例になった。



写真-3 止水リング設置状況

4.4 <施工>打重ね時間管理、打込み層高さ管理

1) ホースの挿入スペースの確保

原設計では、図-3に示すように、壁天端の補強筋が4列の1段配筋で、コンクリートホースを壁内に挿入することが不可能であると判断された。そこで、図-4に示すように、2列の2段配筋に変更し、ホースの挿入スペースを確保することを提案し採用された。実施工では、施工計画通りにホースの挿入・打込みが実現でき、筒先からのコンクリートの自由落下高さの減少による材料分離の抑制と適切な打重ね時間管理が可能となり、打重ね部分の一体性が確保できた。また、打込み時の視認性も向上し、打込みリフト高さ管理も良好であった。

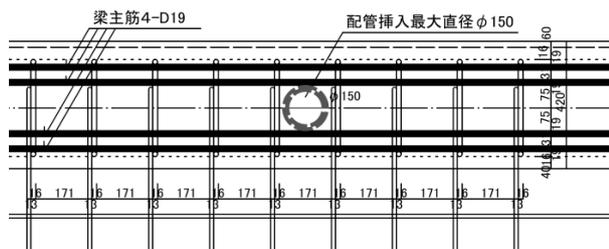


図-3 壁上部鉄筋納まり図(原設計)

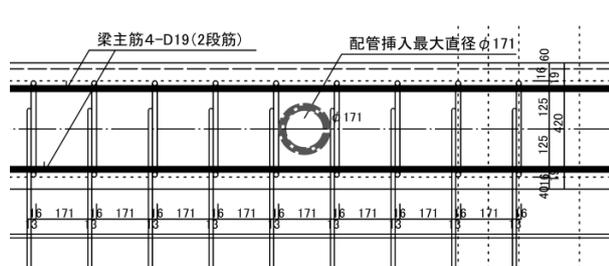


図-4 壁上部鉄筋納まり図(変更後)

2) ホース挿入口(打込み口)の適切な配置計画

コンクリートの計画的な打回しは、過度な横流しの抑制や打上がり高さ管理、誘発目地材への負荷抑制などに有効となる。そこで、写真-4に示すように、適切な間隔で打込み口を設定することとした。

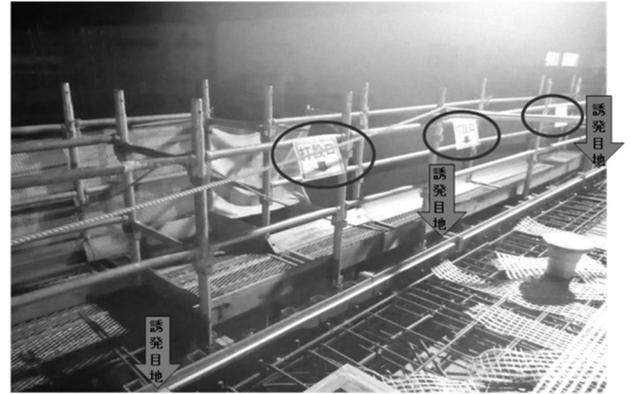


写真-4 打込み口 スラブ状況

また、打重ね時間の間隔60分以内を実現するために、打込み口1か所の打込み時間管理と打込み順番(図-5)、打込み層の高さ管理を厳密に行うために6層に分ける計画(図-6)を立案した。これにより、実施工では計画的な打回しを実現でき、コールドジョイントも生じることなく良好なコンクリートの充填及び締固めに寄与出来たと考えられた。このように、計画的な打回しを実現するためには、適切な打込み口の確保が重要であったが、同時に実施した、工場との緊密な連絡体制も貢献したものと考えられる。

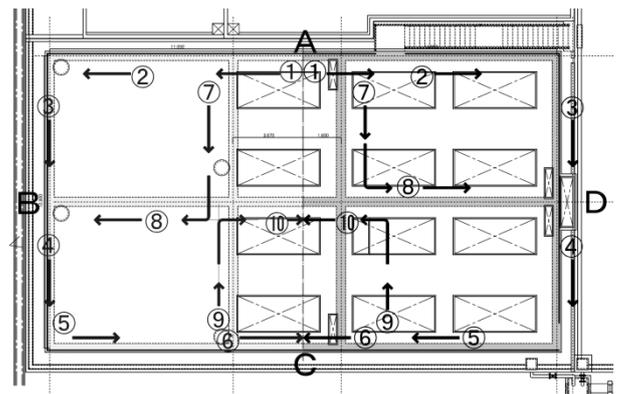


図-5 打込み手順計画図



図-6 打込みリフト高さ図

4.5 <施工>密実な締固めの実施

密実な締固めを行うためには、適切なバイブレータの挿入間隔の遵守と、一般的に建築現場で使用するφ40mmのバイブレータよりも締固め能力が高いφ50mmの高出力バイブレータの適用がより効果的²⁾であると判断し、適用することとした。さらに、充填作業を行った後の一定時間後に空げき排除・沈降ひび割れ・ブリーディング水除去に効果的と考えられる再振動締固めを実施した。脱型後の表面観察においても、砂すじ、豆板等の発生も認められず、密実なコンクリート構築物の構築に寄与したと考えられる。また、再振動締固めは、打重ね部分のコンクリート天端を水平に保つことにも有効であった。(写真-5)



写真-5 壁型枠解体後北面全景

4.6 <施工>適切な湿潤養生による品質確保

壁型枠は、確実な養生と初期乾燥によるひび割れの抑制を考慮して、打込み後11日間存置した。また、スラブ上面は、写真-6に示すように、養生マット敷き込みの



写真-6 スラブ散水養生全景

うえ散水養生を実施した。これらにより、初期の湿潤養生不足に起因するひび割れは認められなかった。

5. まとめ

先に示した各種の対策の実施により、脱型後の外観目視検査において、漏水の原因となるような、豆板やワールドジョイントなどの不具合は確認されず、良好な躯体の構築が実現できた。また後日行われた24時間の水張試験でも躯体からの漏水は確認されず、目標とした「躯体漏水ゼロ」を実現する事が出来た。躯体の不具合防止につながった各種対策の効果を以下に示す。

- 1) 密実さの確保では、φ50mmの高出力バイブレータによる充填締固め作業と、再振動締固め作業を全部材に行った成果と考えられる。
- 2) 打重ね部の一体性確保では、コンクリート調合の変更によるワーカビリティの改善と打込み口改良、打込み手順とリフト高さの緻密な計画と確実な実施の成果と考えられる。
- 3) 躯体のひび割れの抑制では、止水効果の付与された誘発目地材の設置やガラス繊維シートの配置などが有効に寄与した成果と考えられる。

今回の事例により、入念な計画を立て、それを確実に遂行することで、品質の高いコンクリート構築物が出来るということが再確認できた。

今後もこのような取り組みを積極的に行い、高品質なコンクリート建造物の構築に貢献していく。

謝辞: 本取組に際して、発注者である栗田工業株式会社様より、ご理解と多くのご協力をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 加藤淳司, 櫻井臣央: コンクリート構造物の止水建材の性能評価に関する実験報告, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.321-322, 2015.
- 2) 田代和広, 吉松公生, 若松芳則, 吉井大輔: 集合住宅における躯体コンクリートの品質向上への取り組み, とびしま技報, 第57号, pp.130-131, 2008.

Summary This study reports on a project for constructing a reinforced concrete water tank of 6 meters height in the ground as part of treating water system used in a chemical plant. In order to achieve the specified goal "no leak from the concrete structure," it was necessary to build a tightly compacted high-quality concrete structure. To this end, possible causes of leakage were identified first. Then, specific measures that need to be taken to prevent leakage were planned from the points of view of personnel (organizational system for cooperation), materials, and construction works, and those measures were taken for the construction of the concrete water tank. The 24-hour water leak test conducted after concrete forms removal did not show any sign of leakage, indicating that the goal "no leak from the concrete structure" was achieved.

Key Words: Reinforced concrete water tank, No leak from the concrete structure, Cold joint, Water stopping ring, Polymer cement mortar (PCM) for the exclusive use of filling up the P cone hole