

鋼板補強裏込めに用いる水中不分離性モルタルの配合設計・品質管理について

清水建設(株)土木技術本部 基盤技術部 正会員 ○Phan Huu Duy Quoc  
 清水建設(株)土木技術本部 基盤技術部 フェロー 野口 恒久  
 清水建設(株)土木東京支店 土木第2部 正会員 黒田 直樹  
 清水建設(株)土木東京支店 土木第2部 関根 孝実

1. はじめに

東京モノレール(株)殿所有の高架橋において、維持管理及び安全性向上の一環として、橋脚の補強が計画された。補強対象は橋脚躯体とフーチング直下の杭頭部であり、PC 杭の補強方法は水中で鋼板を巻立てる工法が採用された(図-1)。1 橋脚には 12 本の杭があり、補強対象は 9 橋脚の直径 700mm PC 杭 108 本で、鋼板裏込めモルタルの総量は 19.5m<sup>3</sup>である。厚さ 9mm の補強鋼板は、杭軸方向に上、中、下の 3 段に分けられ、施工時はボルトで組み立てる。組み立て後の鋼板の内径は 820mm であり、鋼板と PC 杭との隙間は 60mm である。杭一本あたりの裏込めモルタルの量は約 0.18m<sup>3</sup>である。ここでは、鋼板裏込めモルタルの配合設計及び品質管理について報告する。

2. 裏込めモルタルの要求性能

鋼板裏込めに用いるモルタルの要求性能を表-1 に示す。

表-1 モルタルの要求性能

性能	品質規格	要求性能
圧縮強度	材齢 28 日で 24N/mm <sup>2</sup> 以上	水中施工時のモルタル強度
容積変化	無収縮性	鋼板と PC 杭の一体化
流動性	スランプフロー：300mm 以上	長距離圧送及び狭隘な箇所への充てん性向上
水中不分離性	水中不分離抵抗性を有する	水中施工時の分離の最小限化

3. モルタル配合設計方針及び性能照査

表-1 の要求性能を考慮して、過去に水中施工の耐震補強工事<sup>1)</sup>で実績のある配合(表-2)を基本配合として、事前に試験練りを行った。圧縮強度試験用の供試体(φ5cm×10cm)は水中と気中の 2 種類を作製した。水中作製供試体は水面から 10cm の高さから落下させて供試体を作製した(JSCE-F504-1990)。表-3 に材齢 28 日の圧縮強度の結果を示す。土木学会の指針<sup>2)</sup>では、水中不分離抵抗性を確保するために、水中強度比が 0.8 以上であることが重要と示されている。基本配合の水中強度比は、指針の値より小さいが、本工事においては、裏込めモルタルは鋼板下方から注入するため(図-1)、水中落下させる場合に比べ、分離の程度が低いと判断した。

表-2 基本配合

セメント C(kg/m <sup>3</sup> )	水 W(kg/m <sup>3</sup> )	細骨材 S(kg/m <sup>3</sup> )	混和剤 (kg/m <sup>3</sup> )		
			AE 減水剤	流動化剤	水中不分離性混和剤
667	300	1220	1.668	14.00	1.30

図-1 PC 杭の補強構造

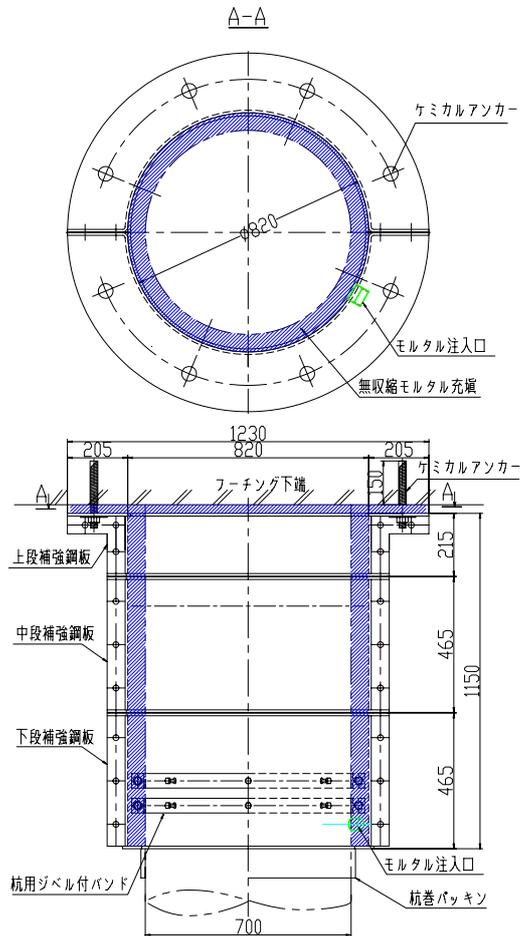


表-3 圧縮強度(基本配合)

材齢 28 日の圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )		水中強度比 (b/a)
気中作製 (a)	水中作製 (b)	
45.9	31.2	0.68

キーワード：裏込めモルタル、水中不分離性モルタル、鋼板巻き立て工法、膨張材、拘束膨張試験

連絡先： 〒105-8007 東京都港区芝浦一丁目 2-3 シーバンス S 館 清水建設株式会社 土木技術本部 Tel:03-5441-0559

無収縮性の対策として、基本配合のセメントの一部を膨張材に置換した。土木学会の標準示方書<sup>3)</sup>では、拘束膨張試験(JIS A 6202 A 法)で得られる膨張率が  $150 \sim 250 \times 10^{-6}$  の範囲に入れば、膨張材で収縮補償可能と判断できる。膨張材の最適な置換量を選定するために、3水準(20, 30, 40kg/m<sup>3</sup>)の置換量を検討した結果、最適な置換量が 30kg/m<sup>3</sup>であった(図-2)。膨張材を置換した配合が、基本配合と比べ、やや高い強度を示した。

4. 充てん作業・品質管理について

4.1. モルタルの製造

モルタルの製造は、ベースモルタルをプラントで製造し、現場まで運搬した後、水中不分離性混和材と流動化剤を後添加した。

4.2. モルタルの充てん作業

補強鋼板を設置した後の状況を写真-1に示す。打設作業は、補強対象とされるPC杭の本数が多いため、4回に分けて施工を行った(表-4)。初回は、ポンプ等の設備を調整・確認する作業があるため、杭2本だけ施工したが、2回目以降は一日34本~36本の充てん作業を行った。一本あたりのモルタルの充てん量は約0.18m<sup>3</sup>であった。

充てん作業は、モルタルポンプ(スクイズ式)でモルタルを圧送し、補強対象杭の位置に図-1に示すように補強鋼板の下方から充てんした。圧送距離が90m以上の場合は、中継ポンプを併用した。

4.3. 施工時の品質管理

施工時におけるモルタルの品質管理手法として、鋼板上部から排出されたモルタルの単位体積重量を計測することによって行った。計測の目的は、①モルタルの水中分離の有無、②注入開始直後の低品質モルタルを完全に排出した状況を確認するためである。管理値として、単位体積重量(2.2t/m<sup>3</sup>)の減少率が5%以下とした。計測の結果、充てん完了直前の排出モルタルは管理値を満足し、分離の程度が低いことを確認した。

図-3に現場の受入れ検査で採取した水中・気中作製及び鋼板上部から排出された位置で採取したモルタルの材齢28日圧縮強度試験結果を示す。排出されたモルタルの方が受け入れ時に水中落下させて作製した供試体に比べ、圧縮強度が高く、水中強度比が0.8以上であった。

5. おわりに

膨張材を置換することにより、水中不分離性を低下させることなく、モルタルの要求性能を確保することができた。本工事では、水中に下方からモルタルを注入し、分離の程度が低い結果が得られた。また、鋼板の上部から排出されるモルタルの単位体積重量を計測することにより、施工時の品質を管理することや、水中不分離性を確保することができた。

6. 参考文献

- 1) 野口恒久ら、土木学会第64回年次学術講演会、かみ合わせ鋼板巻立法による仮締切不要の河川内橋脚耐震補強技術~両国橋橋脚耐震補強工事~, pp 773-774, 2009
- 2) 土木学会水中不分離性コンクリート設計施工指針(案)、1991年
- 3) 土木学会コンクリート標準示方書、2007年版、基準編

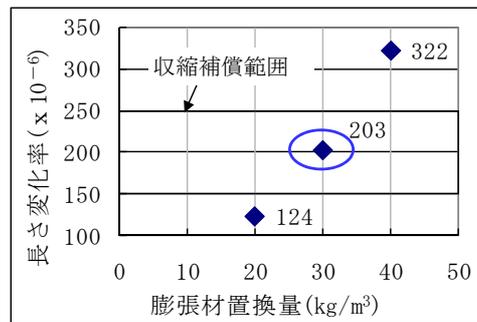


図-2 拘束膨張試験結果

表-4 モルタルの充てん記録

打設回	打設量 (m <sup>3</sup> )	対象杭の本数 (本)
1回目	0.4	2
2回目	6.6	34
3回目	6.9	36
4回目	5.6	36
合計	19.5m <sup>3</sup>	108本



写真-1 補強鋼板を設置した状況

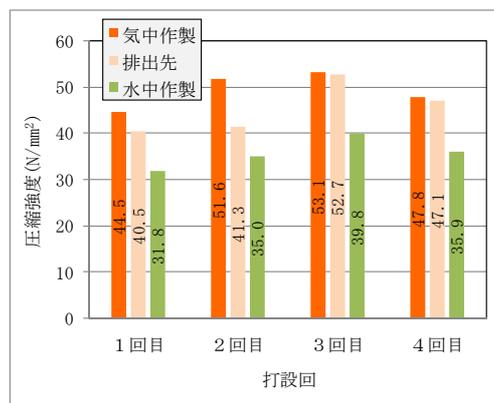


図-3 圧縮強度試験結果