

## 軽量骨材コンクリート2種の圧送に適した配合選定と締固め方法の検討 (その1)

株式会社クボタ 大津 信彦

千葉工業大学 正会員 橋本 紳一郎

清水建設株式会社 正会員 森脇 孝文 根本 浩史 西泊 雄太 ○宮田 佳和

### 1. はじめに

大阪市中浜下水処理場では、水処理施設の老朽化に伴い、高速ろ過施設及び膜分離活性汚泥法処理施設を整備中である。前述の整備は既存施設（沈澱池、反応槽）の底版、外壁を流用し、機械設備、中壁を撤去再構築するリニューアル工事であり、既存施設が軟弱地盤上にあるが、工事にあたり地盤改良等の実施が困難であることから、更新施設が既存施設より重量増とならないよう軽量コンクリート2種が使用される。実施工に先立ち配合選定のために室内試験練り、締固め方法の検討、試験圧送において圧送管の管内圧力および振動周波数特性の評価を行っている。本論文は、室内試験練りと締固め方法の検討について結果を報告するものである。

### 2. 室内試験

室内試験では、圧送試験で用いる配合の絞り込みと基本特性の把握を目的とした。軽量コンクリートは加圧時に骨材の空隙に水が取り込まれることで配管閉塞が生じることが懸念されるため、それぞれの配合に対してフレッシュ性状の確認のほか、加圧ブリーディング試験(JSCE-F 502)を実施して加圧脱水性状を確認した。

使用材料を表-1に、試験配合を表-2に示す。表-2では骨材は絶乾状態の単位量を示している。設計上の配合は24-18-15Nであったが、加圧時の骨材への吸水を抑制する目的でペースト分に粘性を付与するため、呼び強度を上げたセメント量増(ケース②)、増粘剤一液型混和剤の使用(ケース③、④)も試験を実施した。また、一部ひび割れが懸念される箇所に打込む膨張材入りケース(ケース⑤、

⑥)、出荷予定工場でスクイズポンプによる圧送実績がある21-18-15N(ケース⑩)も比較対象とした。

フレッシュ性状および圧縮強度試験結果を表-3に示す。フレッシュ性状試験結果は全て規格値の範囲内であり加圧ブリーディング試験での脱水量を安全側で評価するため上限付近のスランブとした。これらの試料で加圧ブリーディング試験を行った結果を図-1に示す。図-1より、全ての配合は標準曲線の範囲内であり、セ

キーワード 軽量コンクリート, 軽量2種, 長距離圧送, リニューアル, 圧力損失

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋2-16-1 清水建設(株)土木技術本部基盤技術部コンクリートG TEL 03-3561-3915

表-1 使用材料一覧

材料	仕様
セメント	普通ポルトランドセメント 密度3.16g/cm <sup>3</sup>
膨張材	膨張材20型 密度3.16g/cm <sup>3</sup>
細骨材	人工軽量骨材 絶乾密度1.66g/cm <sup>3</sup> , 粗粒率2.60
粗骨材	人工軽量骨材 絶乾密度1.25g/cm <sup>3</sup> , 実績率64.0
混和剤	Ad1: 高性能AE減水剤 Ad2: 増粘剤一液型高性能AE減水剤 Ad3: AE減水剤(高機能型)

表-2 試験配合一覧

ケース	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )					混和剤添加率 C×%		
			W	C	EX	S	G	Ad1	Ad2	Ad3
①24-18-15SP	49.0	47.3	175	357	-	520	436	0.175	-	-
②27-18-15SP	46.0	45.6	175	380	-	496	445	0.175	-	-
③24-18-15SPV	49.0	47.3	175	357	-	520	436	-	0.125	-
④27-18-15SPV	46.0	45.6	175	380	-	496	445	-	0.150	-
⑤24-18-15EX	49.0	47.3	175	357	20	508	436	0.175	-	-
⑥27-18-15EX	46.0	45.6	175	380	20	485	445	0.150	-	-
⑩21-18-15AE	53.0	50.2	182	343	-	549	410	-	-	0.100

Ad1: ポリカルボン酸エーテル系化合物と分子間架橋ポリマーの複合体  
Ad2: ポリカルボン酸エーテル系化合物と増粘性高分子化合物の複合体  
Ad3: リグニンスルホン酸化合物とポリカルボン酸エーテルの複合体

表-3 フレッシュ性状および圧縮強度試験結果

	ケース						
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑩
スランブ(cm)	20.0	20.0	20.0	20.5	20.5	20.5	20.0
空気量(%)	5.4	4.5	5.8	4.7	3.8	4.0	6.4
コンクリート温度(°C)	15	15	16	15	15	15	14
圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_7$	25.4	28.2	25.6	28.3	26.9	21.4
	$\sigma_{28}$	36.5	37.8	36.0	40.2	37.7	31.7

スランブ: 18±2.5cm、空気量: 5.0±1.5%

メント量増や増粘剤一液型混和剤の使用はコンクリートの加圧脱水性状に与える影響は小さいことがわかった。

### 3. 締固め方法の検討

密実なコンクリート打込みのためには内部振動機での振動が欠かせないが、軽量骨材はペースト分より密度が小さいことから、内部振動機による長時間の振動で骨材が浮上ることが懸念される。ここでは、ケース①、②の2配合を実機ミキサーで練混ぜ、運搬（運搬時間 40 分程度）の後に図-2に示す型枠に一度に打込み、内部振動機（φ50）を下層に 10cm 挿入して締め固めた。振動時間は型枠ごとに 10、20、30 秒と変え、所定の時間振動させた後に上層、中層、下層の型枠一面を取外して試料を採取し洗い試験（JIS A 1112）の要領で各層の粗骨材の重量を調べるとともに、各層 1 本ずつ圧縮試験の供試体も採取した。

受入れ時のフレッシュ性状および圧縮強度試験結果を表-4に示す。図-3に振動時間ごと、層ごとの粗骨材の重量を示す方配合との比率で示した結果を、図-4に圧縮強度（試料の量の関係で各層 1 本採取）を受入れ試験時採取との比率で示した結果を示す。また、図-4中の棒上に示した%の数値は試料採取時に測定した空気量である。締固めにより空気が抜けたため圧縮強度は全て 100%以上となっていると考えられる。今回の試験から、軽量コンクリートはコンクリート標準示方書の標準的な振動時間（5～15 秒）で施工して問題はなく、仮に 30 秒程度の振動時間となったとしても粗骨材の分布および圧縮強度には問題がないことがわかった。

### 4. おわりに

今回の試験により、加圧ブリーディング試験には粉体量の変化や増粘剤一液型混和剤の影響は少なく、また、軽量コンクリートの締固めは通常のコンクリートと同様で良いことがわかった。加圧ブリーディング試験では判断できない圧送中断後の再圧送時の挙動の違いを把握するため、ケース①、②の2配合の圧送試験を実施し配合を決定することとした。

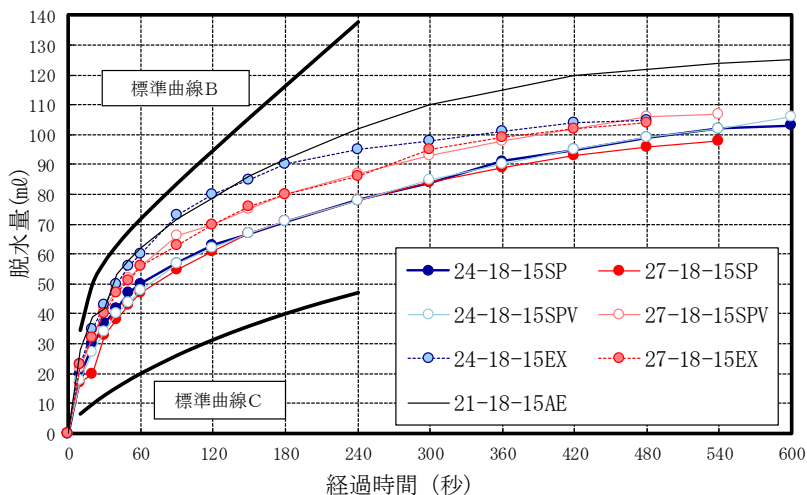


図-1 加圧ブリーディング試験結果

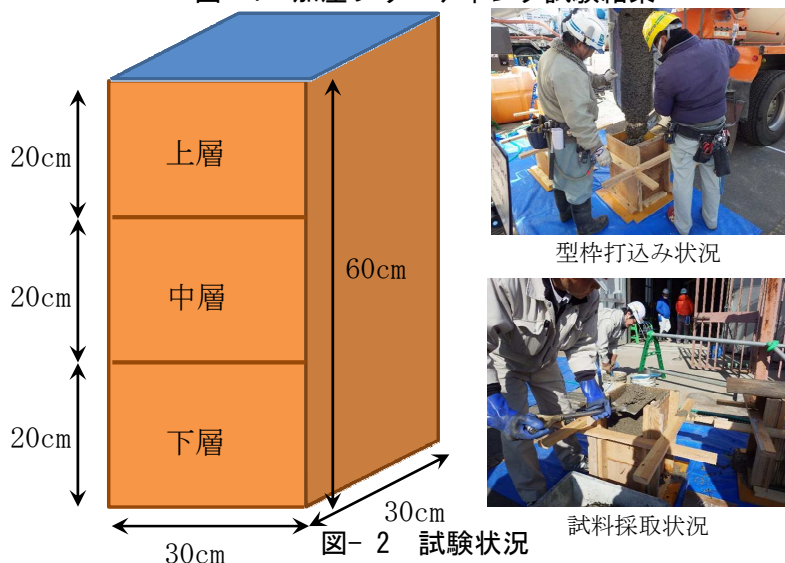


図-2 試験状況

表-4 受入れ試験結果

	ケース	
	①	②
スランプ (cm)	19.5	17.5
空気量 (%)	5.2	4.8
コンクリート温度 (°C)	14	16
$\sigma_{28}$ (N/mm <sup>2</sup> )	37.4	37.5

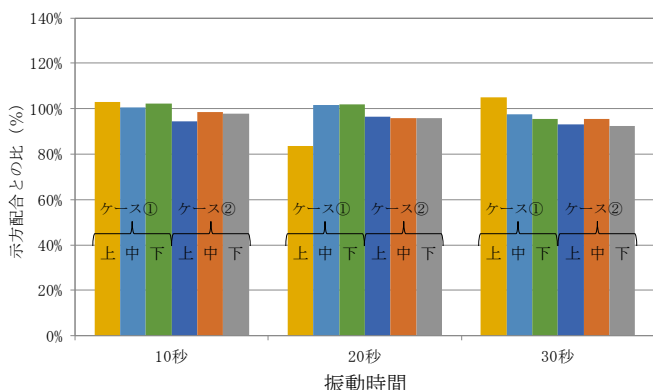


図-3 粗骨材の分布

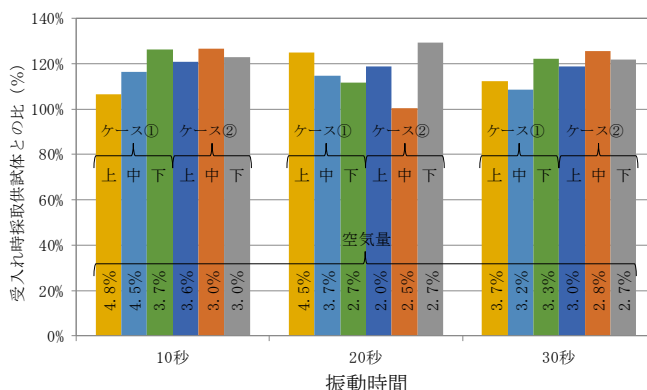


図-4 圧縮強度試験結果（各層 1 本）