

## 材料分離に伴う単位セメント量と表層透気性の変動に関する検討

東京理科大学 学生会員 ○村上 大介  
 東京理科大学大学院 学生会員 西村 和朗  
 東京理科大学 正会員 加藤 佳孝

### 1. はじめに

同一配合で打設されたコンクリート構造物であっても、部材位置によって劣化進行のばらつきが大きく、場合によっては設計で想定した劣化の進行を上回る場合があることが報告されている<sup>1)</sup>。この要因の一つとして、施工時の材料分離が挙げられる。材料分離には、締め固めによる材料分離や、鉄筋障害による材料分離、ブリーディング等があり、これらが原因でコンクリートの配合が変化することで、品質がばらつくことが考えられる。しかし、材料分離と硬化コンクリートの品質の関係は明確になっていないのが現状である。

また、材料分離の程度を定量的に評価する方法として、洗い分析試験を用いて検討した例<sup>2)</sup>は多く存在するが、洗い分析試験では硬化コンクリートの品質に大きく影響する単位セメント量を評価することが難しい。

そこで本研究では、配合推定試験を用いて単位セメント量の変動を把握し、硬化コンクリートの表層透気性との関係性を検討した。

### 2. 実験概要

#### 2.1 配合

配合を表-1に示す。目標空気を4.5%として、水セメント比を60%、単位水量を165kg/m<sup>3</sup>、細骨材率を45%とした。

#### 2.2 実験手順

##### (1) 供試体作製

供試体概要を図-1に示す。示方書施工編を参考に、供試体中央部に高さ400mmになるまで打ち込み、中心部に棒状バイブレータで締め固めると同時に仕切り板をはずし、流動が停止するまで締め固めた。翌日脱型

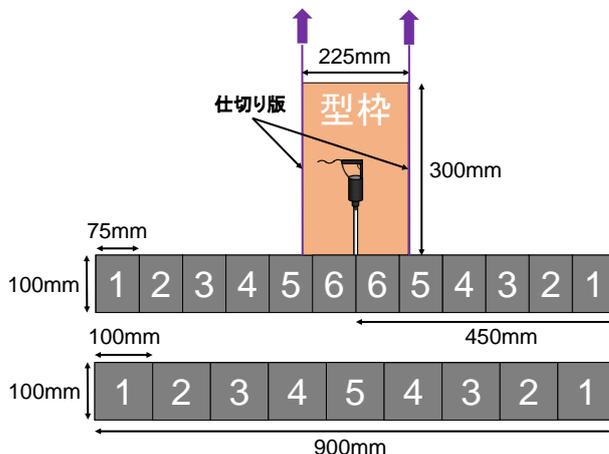


図-1 供試体概要（上：配合推定試験の測定箇所、下：表面透気試験の測定箇所）

後、材齢28日まで水中養生（20℃）した。

##### (2) 材料分離の評価試験

材料分離の評価試験は、NDIS 3422を参考に、グルコン酸ナトリウムを用いて配合推定試験を実施した。配合推定試験は、図中の1～6の側面の表面から1cmまでを採取して実施した。まず、試料の水中質量、表乾質量および絶乾質量を測定した。その後、試料を粉砕し、粉末試料に対して500℃で強熱処理した。強熱後に粉末試料をグルコン酸ナトリウムで溶解し、残留物の絶乾質量を測定した。これらの測定値を式(1)～(3)に代入することで単位セメント量を、式(4)～(6)に代入することで単位総骨材量<sup>3)</sup>を推定した。

$$W_C = \frac{(S_{C105} - S_{C500})}{S_{C105}} \times 100 \quad (1)$$

$$C_0 = \frac{1.025 \times (S_0 - R)(1 - k/100)}{\{S_0 * (1 - W_C/100)\}} \times 100 \quad (2)$$

表-1 配合

W/C (%)	s/a (%)	目標空気量 (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )				単位量(Cx%)		スランプ (cm)	空気量 (%)
			W	C	S	G	AE 剤	AE 減水剤		
60	45	4.5	165	275	828	1047	0.003	0.25	14.5	3.2

キーワード：硬化コンクリート、グルコン酸ナトリウム、配合推定、材料分離

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL：04-7124-1501 Email：7613098@ed.tus.ac.jp

$$C_m = \frac{C_0 \times C_d}{100 \times V} \quad (3)$$

$$insol. = \frac{(1 - R_f) \times R}{S_{C500} / (1 - W_{C500} / 100)} \times 100 \quad (4)$$

$$A_d = \frac{insol.}{100} \times \frac{C_d}{V} \quad (5)$$

$$A_m = A_d + (S \times Q_s / 100 + G \times Q_g / 100) \quad (6)$$

ここに、 $W_C$ : コンクリートの粉末試料の強熱減量(%),  $S_{C105}$  および  $S_{C500}$ : 105°C および 500°C の強熱後のコンクリートの粉末試料(g),  $C_0$ : 105°C 絶乾状態のコンクリート粉末試料の質量(g),  $R$ : コンクリートの粉末試料の不要残分(g),  $k$ : 500~1000°C の水和セメントの結合水離脱率(%),  $C_m$ : コンクリート中の推定単位セメント量 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ),  $C_d$ : 供試コンクリートの 105°C の絶乾質量(kg),  $V$ : 供試コンクリートの体積( $\text{m}^3$ ),  $insol.$ : 105°C 絶乾状態の不要残分(%),  $W_{C500}$ : 500°C における粉末試料の質量(g),  $R_f$ : 500°C におけるろ紙の残分量(%),  $S$ : 調査による単位細骨材量( $\text{kg}/\text{m}^3$ ),  $Q_s$ : 細骨材の吸水率(%),  $Q_g$ : 粗骨材の吸水率(%),  $A_d$ : 105°C 絶乾状態における試料の単位総骨材量( $\text{kg}/\text{m}^3$ ),  $A_m$ : 表乾状態における試料の単位総骨材量( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

### (3) 硬化コンクリートの品質評価試験

品質評価試験はダブルチャンバー法を用いた表面透気試験を実施した。また、表面透気試験はコンクリート中の含水率の影響を受ける<sup>4)</sup>ため、養生後、高周波容量式のコンクリート・モルタル水分計の計測結果が 4.5% 程度となるまで乾燥させた。測定は図中の 1~5 の底面で実施した。

### 3. 試験結果

配合推定試験で得られた推定単位セメント量および推定単位総骨材量を、示方配合との比で表した結果を図-2 に示す。推定単位総骨材量のばらつきは小さいことが確認された。このことから、単位ペースト量のばらつきも小さいと考えられる。一方で、バイブレータ位置（図中供試体番号 6）から距離が離れると、推定単位セメント量が減少する傾向を示している。ペースト量の変化は小さいことから、振動締固めによって、水セメント比が低下した可能性が考えられる。

表層透気係数  $kT$  の測定結果を図-3 に示す。バイブレータ位置からの距離の増加に伴い、表層透気係数は増加した。これは、配合推定試験から分かるように、振動締固めによって  $W/C$  が低下し、その結果、硬化コンクリートの品質が低下した可能性が考えられる。

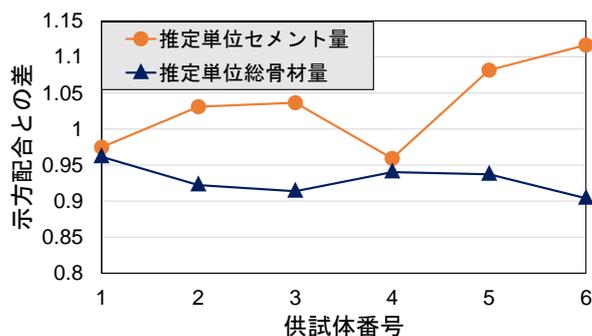


図-2 配合推定試験の結果

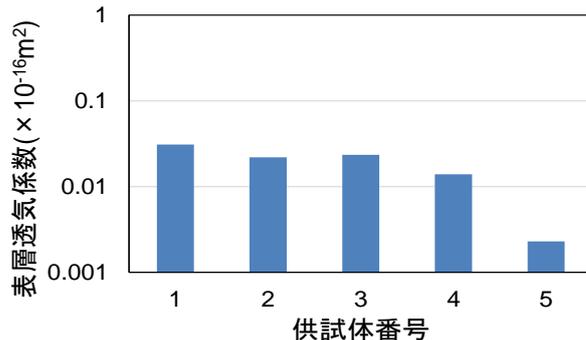


図-3 表面透気試験の結果

## 4. まとめ

バイブレータ位置からの距離の増加に伴い表層透気係数は増加し、推定単位セメント量は低下した。このことから、振動締固めに伴う硬化コンクリートの品質のばらつきは、単位セメント量がばらつくことで生じることが考えられる。

## 参考文献

- 1) 酒井秀昭: 中性化による橋梁上部工コンクリート部材の耐久性について, プレストレスコンクリート工学会, 第 21 回シンポジウム論文集, pp81-84, 2012.10
- 2) 太田真帆, 伊代田岳史: 性状が異なるコンクリートにおける適切なバイブレーターの締固め方法の提案, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, 第 16 巻, pp183-188, 2016
- 3) 須藤絵美, 竹村雅行, 中田善久, 笠井芳夫: 養生方法および吸水方法が異なるモルタル供試体の推定単位水量に関する一考察, 第 37 回日本大学生産工学部学術講演会建築部会 講演概要集, 2004, 12, pp123-126
- 4) 早川健司, 水上翔太, 加藤佳孝: 表面透気試験による構造体かぶりコンクリートの品質評価に関する基礎的研究, 土木学会論文集 E2, Vol.68, No.4, pp385-398, 2012