

実機で製造した高流動性コンクリートの性状と調合計画に関する提案

その1 研究計画および実験概要

正会員 ○岩本 浩二^{1*} 同 中川 隆夫^{2*}
 同 島本 聡^{3*} 同 野崎 慎一^{4*}
 同 西 晶弘^{5*} 同 山崎 順二^{6*}

高流動コンクリート 増粘剤一液タイプ スランプフロー
 JIS A 5308 標準化 凝結時間 材料分離

1. 研究の目的

JIS A 5308 の改訂に伴い、普通コンクリート区分にスランプフローが規定された。大阪兵庫生コンクリート工業組合、大阪広域生コンクリート協同組合では、同規定を①標準化する際の一助となるデータ収集、②基準配合案の策定を検討している。そこで、工業組合において「普通コンクリートにおけるスランプフロー配合の調査研究WG（以下、SFWG という）」を2017年7月に立ち上げ、大阪広域生コンクリート協同組合配合検討委員会と連携を図っている。また日本コンクリート工学会 近畿支部において「高流動性コンクリートの実用化促進に関する研究委員会（以下、MFC-WG という）」が2019年7月に立ち上がり、委員会へ参画することで本格的な活動を開始した。MFC-WG との連携により、近畿近隣地区の使用材料についても性状の確認が必要と考え、和歌山県生コンクリート工業組合および奈良県生コンクリート工業組合と共に高性能AE減水剤（以下、SP という）と増粘剤一液タイプの高性能AE減水剤（以下、VSP という）を用いたコンクリート（以下、MFC という）におけるフレッシュコンクリートの性状、Jリングフロー試験など材料分離抵抗性に関する各種実験を行っている。そこで、本研究の目的として、

(1) 室内試し練りによるMFCの調合決定のための検討その1、2 (2) MFCの実機による製造性と3シーズンの性状その3～5 (3) 調合設計に関する検討その6を行った。本稿では実験概要について報告する。

2. 実験概要

実験は調合の策定に必要と考えられる特性を把握することを目的とし、室内試し練りと実機実験を実施した。

2.1 室内試し練り

表1に使用材料の特性を示す。近畿近隣地区にて採用されている代表的な使用材料を骨材の種類別、骨材品質および産地の違いによる差異を併せて確認できるように実施することとした。大阪兵庫生コンクリート工業組合傘下の砕砂・砕石を主として使用している4工場、和歌山県生コンクリート工業組合傘下2工場および奈良県生コン

クリート工業組合傘下2工場の天然骨材を主として使用している工場を選定し、表2に示す室内実施水準での室内試し練りを大阪兵庫地区代表4工場にて単位粗骨材かさ容積、化学混和剤の選定を実機実験に先立ち実施した。和歌山地区、奈良地区は天然骨材を使用しフレッシュコンクリートの性状が異なることが考えられるため、この結果を目安に実験することとした。実験は20℃±5℃の環境で実施し、スランプフロー試験とJリングフロー試験および目視による材料分離抵抗性を評価した。一般に、呼び強度が40以下のコンクリートでは、スランプフローが大きいほど分離が生じやすい。調合決定に際し、JIS A 5308 で定められているスランプフローに対して、許容範囲の上限値での目標スランプフローの材料分離抵抗性が担保されていることを確認した。なお、スランプフローは混和剤の添加率で調整することとした。

表1 使用材料の特性

| | 骨材の種類 | 産地記号 | 使用工場 | 表乾密度 (g/cm ³) | 微粒分量 (%) | 吸水率 (%) |
|------|----------|------|-------|---------------------------|----------|---------|
| 大阪兵庫 | 山砂 | JY | D | 2.56 | 1.4 | 1.69 |
| | 海砂 | KT | B・F | 2.58 | 1.1 | 1.27 |
| | 砕砂 | NJ | B・E | 2.59 | 3.9 | 1.92 |
| | | AO | G | 2.60 | 3.8 | 1.53 |
| | | KO | C | 2.65 | 4.7 | 1.56 |
| | | TZ | A | 2.61 | 4.3 | 1.52 |
| | | TK | D・H | 2.65 | 4.5 | 1.59 |
| | | OY | F | 2.63 | 3.1 | 1.08 |
| | 石灰砕砂 | TKM | A・C・G | 2.68 | 4.7 | 0.56 |
| | | KK | E | 2.68 | 2.8 | 0.54 |
| | 砕石1505 | TZ | A | 2.62 | 0.9 | 1.25 |
| | | KO | H | 2.70 | 0.6 | 0.56 |
| | | AO | C | 2.63 | 0.4 | 0.89 |
| | | OY | F | 2.66 | 0.5 | 0.86 |
| | | TK | D | 2.68 | 0.1 | 0.85 |
| | | NJ | B | 2.62 | 0.5 | 1.12 |
| | 砕石2010 | TZ | A | 2.62 | 0.5 | 1.16 |
| | | KO | H | 2.70 | 0.4 | 0.44 |
| | | AO | F | 2.63 | 0.6 | 0.80 |
| | | TK | D | 2.68 | 0.1 | 0.71 |
| | | NJ | B・E | 2.62 | 0.4 | 1.10 |
| | 石灰砕石1505 | TKM | G | 2.71 | 0.9 | 0.28 |
| | 石灰砕石2010 | TKM | G | 2.71 | 1.0 | 0.26 |
| | 石灰砕石2005 | TKM | A・C・E | 2.70 | 0.7 | 0.26 |
| 和歌山 | 海砂 | KT | I・J | 2.57 | 1.5 | 1.47 |
| | 砕石1505 | AU | I | 2.61 | 0.8 | 1.21 |
| | 砕石2010 | AU | I | 2.62 | 0.7 | 1.14 |
| | 川砂利2505 | WH | J | 2.6 | 0.5 | 1.30 |
| 奈良 | 山砂 | JY | K | 2.56 | 2.2 | 2.17 |
| | 川砂 | NT | L | 2.59 | 1.1 | 1.54 |
| | 砕石1505 | YO | K | 2.66 | 0.6 | 0.65 |
| | 砕石2010 | YO | K | 2.66 | 0.6 | 0.69 |
| | 川砂利2505 | NT | L | 2.62 | 0.4 | 0.60 |

単位粗骨材かさ容積は「高強度コンクリート施工指針(案) 4.8 単位粗骨材量の標準値」の範囲を基本に単位粗骨材かさ容積の基準値を表2の中心値に定め、40L程度増減させ、目視による材料分離抵抗性の評価とフレッシュコンクリートの性状確認を行った。単位水量については「建築工事標準仕様書・同解説(以下、JASS 5という) 16節 高流動コンクリート」で定められている175kg/m³を採用することとし、180 kg/m³との検証を実施し、化学混和剤はVSPを使用しSPとの比較検証も実施することとした。セメントの種類は普通ポルトランドセメントとし、練混ぜ水も一般的に使用されている上澄水を上水道水・地下水などと混合して使用した。

2.2 実機実験

大阪兵庫生コンクリート工業組合傘下8工場を選定し、室内試し練りで得られた単位粗骨材かさ容積を用いて、3シーズン毎(夏期・標準期・冬期)に実機にて48バッチ製造を行い、全時期においてフレッシュコンクリートの経時変化を確認するため30分ごとの120分まで各種実験と硬化物性および調合設計に関する検討を実施することとした。

表3に目標品質を示す。スランプフローはシーズン毎に経時変化が見込まれるため、練上がりスランプフロー目標値の検証も実施することとした。また、夏期の実験においては、練上がりスランプフローの目標値を設計値の許容範囲上限に設定し、スランプフローの変化量を把握するとともに材料分離抵抗性が失われていないか確認することとした。また、打ち重ね時間間隔の限度を把握するためにコンクリートの凝結試験を実施することとした。また、MFCがCFT造に採用されることも考慮し、ブリーディング試験および沈降量試験を実施する。

表4に試験項目を示す。2019年に改訂されたJIS A 5308ではスランプフローに関する項目において、材料分離抵抗性の確認を行う旨の記述がなされていることから、目視による確認のほか、Jリングフロー試験と円筒貫入試験を実施し、材料分離抵抗性の定量的な判定が可能であるかを実施する。

3. おわりに

調合設計のための室内試し練り**その2**、実機実験で得られた3シーズンの、フレッシュコンクリートの性状**その3**、ブリーディングおよび凝結性状**その4**、硬化物性および調合計画手法に関する検討**その5**、調合設計手法に関する提案**その6**は次報以降で報告する。

表2 室内実施水準

| | W/C (%) | 単位水量 (kg/m ³) | スランプフロー (cm) | 単位粗骨材かさ容積 (L/m ³) | | |
|------|---------|---------------------------|--------------|-------------------------------|-----|-----|
| | | | | 510 | 550 | 590 |
| 大阪兵庫 | 55 | 175 | 45 | 510 | 550 | 590 |
| | | 180 | | — | 560 | — |
| | 50 | 175 | 45 | — | 560 | — |
| | | 180 | | — | 560 | — |
| | 47 | 175 | 50 | 510 | 550 | 590 |
| | | 180 | | — | 560 | — |
| 和歌山 | 52 | 175 | 45 | 530 | 560 | 590 |
| | | | 45 | 530 | 560 | 590 |
| | 47 | 175 | 50 | — | 560 | — |
| | | | 55 | — | 550 | — |
| 奈良 | 53 | 175 | 45 | — | 560 | — |
| | | | 45 | — | 560 | — |
| | 51 | 175 | 45 | — | 590 | — |
| | | | 45 | — | 590 | — |
| 47 | 175 | 50 | — | 560 | — | |
| | | 55 | — | 545 | — | |
| 44 | 175 | 55 | — | 545 | — | |
| | | 60 | — | 530 | — | |

表3 目標品質

| 試験項目 | 夏期 | 標準期 | 冬期 |
|-------------|---|---|--------|
| スランプフロー | 45,50,55cm: 設計値+7.5cm 60cm: 設計値+10cm | 45,50,55cm: 設計値+5cm 60cm: 設計値+7.5cm | |
| 空気量 | 4.5% | | |
| コンクリート温度 | 30°C以上 | 20±5°C | 15°C以下 |
| Jリングフロー試験 | — | PJ値 500mm: 60mm以下 550mm: 50mm以下 600mm: 40mm以下 ブロッキング値 75mm以下 | |
| 円筒貫入試験 | — | 40mm以下 | |
| コンクリートの凝結試験 | 貫入抵抗値0.5N/mm ² 到達時間210分以上 | | |
| 沈降量試験 | — | 2mm以下 | |

表4 試験項目

| 試験項目 | 試験方法 | 実施時期 | | | 採取時間 |
|-------------|--------------------------|------|-----|----|-------------------------------|
| | | 夏期 | 標準期 | 冬期 | |
| スランプフロー | JIS A 1150 | ○ | ○ | ○ | 練上がり直後 30分、60分 90分、120分 |
| 空気量 | JIS A 1128 | ○ | ○ | ○ | |
| コンクリート温度 | JIS A 1156 | ○ | ○ | ○ | |
| 外気温度 | — | ○ | ○ | ○ | 練上がり直後 |
| 単位水量 | 高周波加熱乾燥法 | ○ | ○ | ○ | |
| 単位容積質量 | JIS A 1116 | ○ | ○ | ○ | 練上がり直後 30分 |
| Jリングフロー試験 | JIS A 1159 JIS A 1160 | — | ○ | ○ | |
| 円筒貫入試験 | — | — | ○ | ○ | |
| コンクリートの凝結試験 | JIS A 1147 | ○ | ○ | ○ | 30分 |
| ブリーディング試験 | JIS A 1123 | ○ | ○ | ○ | |
| 沈降量試験 | JASS 5 T-503: 2018 | — | — | ○ | |
| 圧縮強度 | JIS A 1132 JIS A 1108 | ○ | ○ | ○ | |

*1 (株)三田生コン *2 大阪兵庫生コンクリート工業組合

*3 大阪アサノコンクリート *4 阪神生コン建材工業(株)

*5 (有)さくら生コン *6 (株)浅沼組 技術研究所

*1 Sandanamacon Co., Inc *2 OSAKA-HYOGO READY-MIXED CONCRETE INDUSTRIAL ASSOCIATION

*3 Osaka Asano Concrete Co., Inc

*4 Hanshinnamakonkennzaikougyou Co., Inc

*5 Sakuranamakon Co., Inc *6 Asanuma Co., Inc.