

# 強さクラス 32.5 セメントのコンクリートによる評価

太平洋セメント(株)中央研究所 ○正会員 鳥居南康一  
正会員 小早川真  
正会員 山田一夫

## 1. はじめに

耐久性から求められる水セメント比で使用した場合に、適正な強度発現性を示すセメントが求められている<sup>1)</sup>。従来、セメントは高い強さを持つことが優れた製品であるとの認識から改良が加えられてきた。汎用強度(例えば設計基準強度 20~30N/mm<sup>2</sup>)のコンクリートに高い強さのセメントを用いると少ないセメント量で所要のコンクリート強度を得ることはできるが、コンクリート中の粉体量が少なくなり、材料分離抵抗性が悪化する<sup>2)</sup>可能性がある。材料分離抵抗性の悪化は施工欠陥が生じる確率に影響し、コンクリート構造物の耐久性に関し、設計値と現実の耐久性能との乖離の原因となると考えられる。

一方、セメント・コンクリート分野で欧州規格が成立し(EN197-1&2:2000、EN206-1:2000)、近い将来に ISO 原案となることが考えられる。JIS 規格の ISO 整合化<sup>3)</sup>の課題は別にしても、EN197-1:2000 に示されたセメントの強さクラスによる分類は、上記の問題に対処するヒントを与えようと考えられる。すなわち、セメント強さ 32.5 クラスのセメントを用いることで、汎用強度のコンクリート中の粉体量を確保でき、材料分離抵抗性に優れたコンクリートの製造が可能となると予想される。なお、日本の普通ポルトランドセメント(NPC)は 52.5 クラスに分類される。

そこで、本報告では、セメント強さが 32.5 クラスのセメントを試製し、汎用強度のコンクリートとして評価することとした。コンクリートの特性としては、フレッシュ性状や強度のみならず、一般的な耐久性についても評価し、総合的にセメントの適正を判断することとした。

## 2. 実験方法

### 2.1 材料、配合および練混ぜ

試製したセメントを表 1 に示す。NPC-1(ブレン値 3100cm<sup>2</sup>/g)をベースに、石灰石微粉末を 25mass%添加した L25(石灰石フィラーセメント、同 4260cm<sup>2</sup>/g)、高炉スラグ微粉末を 10mass%および石灰石微粉末を

20mass%添加した S10L20(三成分系セメント、同 3420cm<sup>2</sup>/g)の 2 種類を 32.5 クラスセメントの候補とした。比較として市販の NPC(同 3080 cm<sup>2</sup>/g)、早強ポルトランドセメント(HPC、同 4750 cm<sup>2</sup>/g)、高炉セメント B 種(BB、同 3920 cm<sup>2</sup>/g)も用いた。細骨材は北九州市小倉南区産砕砂(密度 2.69g/cm<sup>3</sup>、FM2.95)と長崎県壱岐郡郷ノ浦沖合海砂(密度 2.59g/cm<sup>3</sup>、FM2.37)を 6:4 に混合したものを、粗骨材は北九州市門司区産碎石 2005(密度 2.83g/cm<sup>3</sup>、FM6.64)を用いた。混和剤として、AE 減水剤と AE 剤を用いた。

配合は、設計基準強度 30N/mm<sup>2</sup>(配合強度 36N/mm<sup>2</sup>)となるように予備試験により W/C を決め、目標スランプを 12cm、目標空気量を 5%に設定し、単位水量が最も少なくなるように s/a を最適化することで決定した。練混ぜは、20℃で、50l パン型ミキサにより、水と混和剤以外を 15sc 空練りし、さらに混和剤を添加した水を投入し 90sec 練混ぜた。

### 2.2 評価

フレッシュコンクリートの評価は、通常のスランプ、空気量、凝結、ブリーディングに加え、材料分離試験を実施した。硬化コンクリートの評価は、圧縮強度(φ10×20cm)、促進中性化(前養生:20℃水中-4w +20℃60%RH-4w、暴露:20℃60%RH-CO<sub>2</sub>濃度 5%)、塩分浸透試験(前養生:20℃水中-1w+20℃60%RH-3w、暴露:20℃NaCl-3%溶液浸漬⇔20℃60%RH 乾燥の繰返し)、凍結融解試験(前養生:20℃水中 2w)、透水試験(前養生:20℃水中 4w+20℃60%RH-4w、インプット法)、乾燥収縮(前養生:20℃水中 7d、暴露:20℃60%RH)について行った。

表 1 試製セメント

| 記号     | 強さクラス | 調整手法              |
|--------|-------|-------------------|
| NPC-1  | 52.5N | 比較対象、基材           |
| S10L20 | 32.5N | S10mass%+L20mass% |
| L25    | 32.5R | L25mass%          |

キーワード: 32.5 クラス、適正強さ、フィラーセメント、耐久性、材料分離

連絡先: 千葉県佐倉市大作 2-4-2 tel.043-498-3907、fax.043-498-3849

表2 コンクリートの性能値

| セメント種類        | セメント強さ | 単位量               |                   | 凝結<br>始発  | ブリーディンク <sup>*</sup>             | 強度                |          |          | 中性化<br>182d | 塩分浸透<br>26回 | 凍結融解<br>指数           | 乾燥収縮<br>182d |
|---------------|--------|-------------------|-------------------|-----------|----------------------------------|-------------------|----------|----------|-------------|-------------|----------------------|--------------|
|               |        | W                 | C                 |           |                                  | 2d                | 28d      | 182d/28d |             |             |                      |              |
| 単位            | EN197  | kg/m <sup>3</sup> |                   | hr-m      | cm <sup>3</sup> /cm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> |          | 比        | mm          | mm          | %                    | %            |
| NPC-1         | 52.5N  | 178               | 273               | 6-50      | 0.336                            | 11.3              | 32.3     | 1.17     | 18.5        | 17.7        | 53                   | -0.0611      |
| S10L20        | 32.5N  | 168               | 331               | 6-45      | 0.174                            | 14.5              | 36.5     | 1.17     | 21.1        | 11.4        | 40                   | -0.0629      |
| L25           | 32.5R  | 165               | 339               | 6-55      | 0.115                            | 18.8              | 36.8     | 1.21     | 11.4        | 13.1        | 36                   | -0.0531      |
| NPC           | 52.5N  | 173               | 284               | 7-15      | 0.617                            | 12.4              | 34.4     | 1.13     | 16.7        | 17.8        | 56                   | -0.0503      |
| HPC           | 52.5R  | 180               | 257               | 6-05      | 0.262                            | 17.6              | 33.9     | 1.06     | 25.5        | 13.6        | 21                   | -0.0595      |
| BB            | 42.5N  | 170               | 253               | 8-10      | 0.313                            | 7.11              | 32.3     | 1.24     | 27.5        | 9.2         | 44                   | -0.0580      |
| 性能標準<br>建築・土木 |        | 175               | >290<br>高耐久<br>建築 | 5~7<br>土木 | <0.3<br>高耐久<br>建築                |                   | 目標<br>36 |          | <25<br>建築   |             | >85 >70,<br>60<br>土木 | <-0.07<br>建築 |

表3 設計基準強度 30N/mm<sup>2</sup>とした配合例による総合評価

| セメント種類 | W | 凝結 | 打設時の材料分離             |          | 初期<br>強度 | 長期<br>強度 | 耐久性 |          |          |    |          | 総合<br>評価 |
|--------|---|----|----------------------|----------|----------|----------|-----|----------|----------|----|----------|----------|
|        |   |    | ブリーディンク <sup>*</sup> | 分離<br>係数 |          |          | 中性化 | 塩分<br>浸透 | 凍結<br>融解 | 透水 | 乾燥<br>収縮 |          |
| NPC-1  | △ | ○  | △                    | △        | △        | △        | ○   | △        | △        | △  | △        | 24       |
| S10L20 | ○ | ○  | ○                    | ○        | △        | △        | △   | ○        | ×        | △  | △        | 25       |
| L25    | ○ | ○  | ○                    | ○        | ○        | ○        | ○   | ○        | ×        | △  | △        | 28       |
| NPC    | ○ | ○  | ×                    | △        | △        | △        | ○   | △        | △        | △  | △        | 23       |
| HPC    | △ | ○  | ○                    | △        | ○        | ×        | △   | ○        | ×        | △  | △        | 21       |
| BB     | ○ | △  | △                    | ×        | ×        | ○        | ×   | ○        | ×        | △  | △        | 17       |

○:3点、△:2点、×:0点、33点満点

### 3. 結果

測定結果を表2にまとめて示す。単位水量はS10L20およびL25で少なくなり、ブリーディングが少なくなるなど良好な材料分離抵抗性を示した。NPCとBBではブリーディングが多く材料分離抵抗性に劣った。強度発現パターンはL25では早期型に、BBでは初期は低く長期の伸びが大きかった。中性化はBBで悪く、粉体量が増えたL25で良好であった。塩分浸透はスラグを含むBBとS10L20が良好であった。凍結融解は全体的に厳しい結果となった。

これらの結果から、各特性について相対評価を行い点数付けすることで、各セメントの本検討によるコンクリート(設計基準強度 30N/mm<sup>2</sup>)への適性を考察することとした。評価結果を表3に示す。この結果では市販の各種セメントの中ではNPCが比較的良好な結果となった。本試験条件では材料分離の影響が大きく、BBでは塩分浸透性などの優れた特性が十分に生かされなかったと考えられる。試製したセメントは、NPCに比較して良好な総合評価となったが、これは試験装置の問題で厳しい側の評価となったものの、相対評価は可能と考えた。

### 4. まとめ

汎用強度のコンクリートに適したセメントとはどのようなものであるか、ISO規格への整合化も視野に入れながら、セメント強さ 32.5クラスのセメント候補を、国内の汎用セメントと比較しながら、コンクリートとして評価した。

コンクリートのフレッシュ性状、強度発現性、および各種耐久性の観点から総合的な評価を行ったところ、高いセメント強さのNPCよりもむしろ、石灰石フィラーセメントや三成分系セメントが良好な結果となり、これらの強さレベルのセメントが、この強度レベルのコンクリートには適していると考えられた。

### 参考文献

- 1) 建設省、運輸省、農林水産省、記者発表試料 土木コンクリート構造物耐久性検討委員会の提言について、別紙-3 土木コンクリート構造物の耐久性維持・向上等に関する提言、p. 14, 2000. 3. 28.
- 2) 本間健一、鳥居南康一、下山善秀、市川牧彦、石灰石フィラーセメントを用いたコンクリートの耐久性、セメント・コンクリート論文集、No. 54, pp. 236-243, 2000.
- 3) 辻幸和、ISO規格制定活動における課題、コンクリート工学、Vol. 37, No. 5, pp. 13-15, 1999.