

セメントペーストと細骨材の構成割合を変えた高強度コンクリートの性状に関する研究  
(その1 コンクリートの調合と高性能AE減水剤の使用量)

高強度コンクリート 構成割合 単位水量  
高性能AE減水剤 添加率 調合

正会員 ○齊藤 丈士\*1 同 中田 善久\*2  
同 女屋 英明\*3 同 春山 信人\*4  
同 大塚 秀三\*5 同 田村 裕介\*6  
同 關 裕司\*3

1. はじめに

高性能AE減水剤を用いるコンクリートは、単位水量を一定として高性能AE減水剤の添加率を変化させてスランブを制御する場合が多い<sup>1)</sup>。これは、粗骨材量および水セメント比が一定であればコンクリート中における材料の構成割合が変化せず、スランブはセメントペーストの流動性に支配されるため、高性能AE減水剤の添加率によってスランブを制御できるからと考えられる。しかし、この調合設計方法が広く普及しているため、高性能AE減水剤を用いたコンクリートは、従来のAE減水剤を用いるコンクリートと比べて単位水量や細骨材率などの調合要因の変化に伴う材料の構成割合の変化がコンクリートの品質に及ぼす影響に関して、明確でない部分が多い。一方、近年普及してきた高強度コンクリートは、高性能AE減水剤の使用が必須であるため、使用されはじめた当初より高性能AE減水剤の添加率によりスランブフローを制御する調合設計方法が主に用いられている。したがって、現状では、高強度コンクリートにおける材料の構成割合の変化と品質の変化の関係については不明な部分が残されている。

そこで、本研究は、高強度コンクリートにおける材料の構成割合の変化がコンクリートの品質に及ぼす影響を明らかにするために、調合条件の変化が高強度コンクリートの諸性状に及ぼす影響について実験的な検討を行ったものである。

ここでは、調合条件における変化要因の一つとして単位水量を取り上げ、これを変化させた高強度コンクリートの品質を調べた結果について述べる。なお、本報告(その1)では、実験の概要とコンクリートの調合の変化について取り扱っている。

表1 使用材料の概要

| 種類    | 名称            | 記号 | 概要  |
|-------|---------------|----|---|
| セメント  | 普通ポルトランドセメント  | N  | 密度3.16g/cm <sup>3</sup> , 比表面積3,300cm <sup>2</sup> /g |
|       | 中庸熱ポルトランドセメント | M  | 密度3.21g/cm <sup>3</sup> , 比表面積3,190cm <sup>2</sup> /g |
|       | 低熱ポルトランドセメント  | L  | 密度3.22g/cm <sup>3</sup> , 比表面積3,380cm <sup>2</sup> /g |
| 水     | 上水道水          | W  | 千葉県浦安市  |
| 細骨材   | 山砂            | S  | 千葉県君津市産, 表乾密度2.59g/cm <sup>3</sup>                    |
| 粗骨材   | 石灰岩碎石2005     | G  | 高知県鳥形山産, 表乾密度2.70g/cm <sup>3</sup>                    |
| 化学混和剤 | 高性能AE減水剤      | SP | ポリカルボン酸系, 密度1.07g/cm <sup>3</sup>                     |
|       | AE剤           | AE | アルキルエーテル系陰イオン界面活性剤                                    |

表2 実験の要因と水準

| 変化要因 | セメントの種類 | 水セメント比 (%) | 単位水量 (kg/m <sup>3</sup> ) |
|------|---------|------------|---------------------------|
| 水準   | N, M, L | 45, 35, 25 | 170, 175, 180, 185        |

2. 実験概要

水セメント比ごとに単位粗骨材かさ容積が一定の条件で単位水量を4水準で変化させて高性能AE減水剤の使用量によりスランブまたはスランブフローを水セメント比ごとに一定に調整した高強度コンクリートを作製し、フレッシュコンクリートおよび硬化コンクリートの品質を調べ、単位水量の変化がコンクリートの諸性状に及ぼす影響を検討した。

2.1 使用材料

セメントに普通、中庸熱および低熱の各種ポルトランドセメント、水に上水道水、細骨材に砂、粗骨材に碎石2005、化学混和剤に高性能AE減水剤およびAE剤を用いた。使用材料の概要を表1に示す。以下、セメントの名称は、表中に示した記号によって表す。

2.2 実験の変化要因と水準

実験の変化要因は、セメントの種類、水セメント比および単位水量とした。実験の要因と水準を表2に示す。

2.3 コンクリートの調合条件

スランブ(スランブフロー)および空気量は、練上りにおいて調合条件を満足するように化学混和剤の使用量により調整した。コンクリートの調合条件を表3に示す。この調合条件において、同一の水セメント比における材料の構成割合を見ると、単位粗骨材量が一定であることから、単位水量の変化はすなわちモルタル部分におけるセメントペーストと細骨材の構成割合の変化と言い換えることができる。Nを使用した場合を例にとり、コンクリート中における調合上の容積割合を図1に示す。

表3 コンクリートの調合条件

| 水セメント比 (%) | 調合条件   |
|------------|--|
| 45         | スランブ: 21±2cm, 空気量: 4.5±1.5%, 単位粗骨材かさ容積: 0.602m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>      |
| 35         | スランブフロー: 50±7.5cm, 空気量: 4.5±1.5%, 単位粗骨材かさ容積: 0.525m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> |
| 25         | スランブフロー: 60±10cm, 空気量: 3.0±1.5%, 単位粗骨材かさ容積: 0.510m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>  |

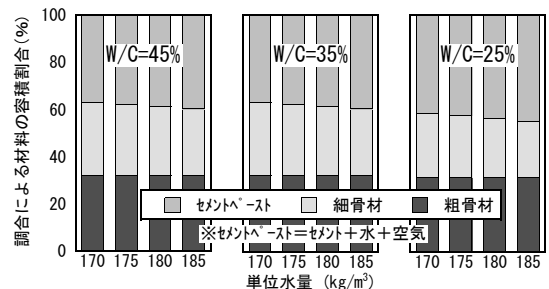


図1 コンクリート中における調合上の容積割合(Nの場合)

Study on Properties of High-Strength Concrete with Varying Composition Ratio of Cement Paste and Fine Aggregate (Part1. Mix Proportion of Concrete and Quantity of Superplasticizer)

SAITO Takeshi, NAKATA Yoshihisa, ONAYA Hideaki, HARUYAMA Nobuhito, OTSUKA Syuzo, YUSUKE Tamura and SEKI Hiroshi

表4 試験項目と調査の組合せ

| 試験項目               | コンクリートの調査 |        |        |
|--------------------|-----------|--------|--------|
|                    | W/C45%    | W/C35% | W/C25% |
| スランプ*              | ○         | —      | —      |
| スランプフロー            | —         | ○      | —      |
| 空気量                | ○         | ○      | ○      |
| スランプ(スランプフロー)経時変化量 | ○         | ○      | ○      |
| 凝結時間               | ○         | ○      | ○      |
| ブリーディング量           | ○         | ○      | ○      |
| 加圧ブリーディングによる脱水量    | ○         | ○      | ○      |
| 5mmふるい通過率          | ○         | ○      | ○      |
| 圧縮強度               | ○         | ○      | ○      |
| 静弾性係数              | ○         | ○      | ○      |
| 長さ変化率              | ○         | ○      | ○      |
| 促進試験による中性化深さ*      | ○         | ○      | ○      |

\*: W=170kg/m<sup>3</sup>およびW=185kg/m<sup>3</sup>において実施した

## 2.4 検討した項目

検討した項目は、単位水量の変化に伴うセメントペーストと細骨材の構成割合の変化が高性能AE減水剤の使用量ならびにフレッシュコンクリートの各種性状および硬化コンクリートの各種性状に及ぼす影響である。

試験項目は、フレッシュコンクリートについて練上りにおけるスランプ(スランプフロー)、空気量、スランプ(スランプフロー)の経時変化量、凝結時間、ブリーディング量および加圧ブリーディング試験による脱水量、ふるい震とう機によるふるいの通過量から求めた5mmふるいの通過率(以下、ふるい通過率と称する)、硬化コンクリートについて圧縮強度、静弾性係数、長さ変化率および促進試験による中性化深さとした。試験項目と調査の組合せを表4に示す。なお、試験の方法については、続報(その2～その5)に詳細を示している。また、本報告(その1)においては、セメントペーストと細骨材の構成割合の変化と高性能AE減水剤のセメントの質量に対する添加率(以下、添加率と称する)ならびに使用量の関係を検討対象とした。

## 3. 結果および考察

セメントの種類の違いにかかわらず、コンクリートの練上りにおけるスランプ(スランプフロー)および空気量は、単位水量が170～185kg/m<sup>3</sup>と比較的広い範囲で変化しても、化学混和剤の使用量を調整することにより全ての調査において調査条件を満足するものが得られた。所要のスランプまたはスランプフローが得られたときの単位水量と高性能AE減水剤の添加率の関係を図2に、単位水量と高性能AE減水剤の使用量の関係を図3に示す。

JIS A 5308<sup>2)</sup>に規定されているフレッシュコンクリートの品質項目はスランプ(スランプフロー)、空気量および塩化物含有量であるが、塩化物含有量は各調査に固有の項目であり本検討には関連しない。したがって、JISに規定される項目に限っていえば、本検討の範囲における単位水量の違いが練上りのフレッシュコンクリートに及ぼす影響は、化学混和剤の使用量により調整できる程

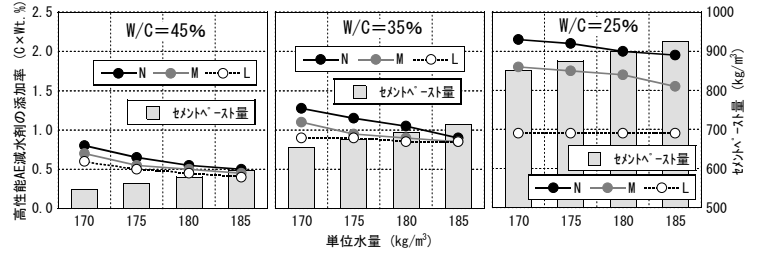


図2 単位水量と高性能AE減水剤の添加率の関係

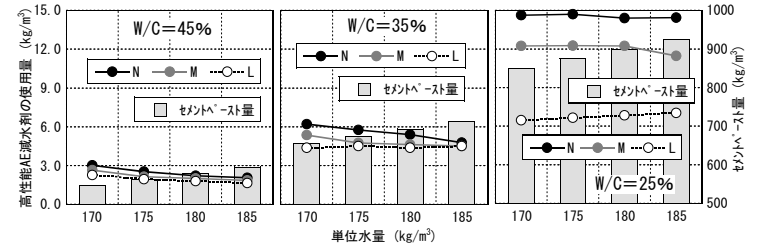


図3 単位水量と高性能AE減水剤の使用量の関係

度と考えられる。なお、高性能AE減水剤の添加率は、全体に単位水量が多いほど少なくなる傾向を示した。これは、セメントペースト量が多いほど、セメントペースト部分の流動性は小さいことを示しており、セメントペースト量とセメントペースト部分の流動性の双方がコンクリートの流動性に関係しているといえる。また、高性能AE減水剤の使用量が単位水量の変化から受ける影響は、高性能AE減水剤の添加率が単位水量から受ける影響よりも相当に小さかった。これは、高性能AE減水剤の添加率が減ることによるセメントペースト部分の流動性の低下とセメントペースト量の増大によるスランプ(スランプフロー)の増大が概ね相殺される程度であったためと考えられる。

## 4. まとめ

本報告(その1)では、各種セメントを用いて単位水量を変化させた高強度コンクリートの品質について、単位水量が170～185kg/m<sup>3</sup>と比較的広い範囲で変化しても化学混和剤の使用量によって練上りの品質は確保できること、単位水量の増大に伴い高性能AE減水剤の添加率は減少するが使用量は大きく変化しないことを述べた。

### 【謝辞】

本実験を行うにあたり、(株)ピーエス三菱 技術研究所の藤井和俊副所長、(株)内山アドバンス中央技術研究所の白鳥秀幸所長より御指導を頂きました。また、ものづくり大学卒業研究生の久保勝俊君よりご協力を頂きました。ここに付記し、感謝の意を表します。

### 【参考文献】

- 1) 飯生昌之ほか「レディーミクストコンクリートの輸送時間および標準配合に関する実態調査」, 第4回東京地区太平洋セメント生コン会技術発表会, pp. 5-1～5-6, 2003. 3
- 2) 日本工業標準調査会「JIS A 5308(レディーミクストコンクリート)」, 2003. 12

\*1 内山城南コンクリート工業(株) 博士(工学)  
 \*2 日本大学 理工学部 建築学科 博士(工学)  
 \*3 (株)内山アドバンス 中央技術研究所  
 \*4 フジミ工研(株) 滑川工場 コンクリート品質管理担当  
 \*5 ものづくり大学 技能工芸学部 建設技能工芸学科  
 \*6 日本大学大学院 理工学研究科 建築学専攻

Uchiyama Jyounan Concrete Industry Co. Ltd., Dr. Eng.  
 Dept. of Architecture, College of Science & Technology, Nihon Univ., Dr. Eng.  
 Technical Research Institute, Uchiyama Advance Co. Ltd.  
 Charge of QC of Concrete, Namegawa Factory, FUJIMI KOKEN Co. Ltd.  
 Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists  
 Dept. of Architecture, Graduate School of Science & Technology, Nihon Univ.