

# 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4 圧縮強度および静弾性係数

高強度コンクリート 構成割合 単位水量  
高性能AE減水剤 圧縮強度 静弾性係数

正会員 田村 裕介<sup>\*1</sup> 正会員 中田 善久<sup>\*2</sup>  
同 女屋 英明<sup>\*3</sup> 同 斉藤 丈士<sup>\*4</sup>  
同 春山 信人<sup>\*5</sup> 同 大塚 秀三<sup>\*6</sup>  
同 關 裕司<sup>\*3</sup>

### 1. はじめに

ここでは、前報(その1~その3)に引き続き、高強度コンクリートにおけるセメントペーストと細骨材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、圧縮強度および静弾性係数について検討した結果を述べる。

### 2. 実験概要

試験項目、方法および供試体の概要を表1に示す。前報において対象としたコンクリートについて、材齢2, 7, 28および91日における圧縮強度、材齢28および91日における静弾性係数の試験結果をもとに、高強度コンクリートにおけるセメントペーストと細骨材の構成割合の変化がコンクリートの硬化後の性状に及ぼす影響について検討を行った。

### 3. 実験結果および考察

#### (1) 圧縮強度

セメントの種類および水セメント比ごとの単位水量と圧縮強度の関係を図1に示す。材齢2および7日の初期材齢においては、セメントの種類による強度発現の差が顕著に見られ、N, M, Lの順に圧縮強度は大きくなる傾向を示した。しかし、いずれの水セメント比の場合も単位水量の違い、すなわちセメントペーストと細骨材の構成割合の違いによる圧縮強度の差はほとんど見られなかった。材齢28および91日においては、水セメント比25%の一部の場合を除き、セメントペーストと細骨材の構成割合の違いにかかわらず、圧縮強度は概ね同等になる傾向を示した。水セメント比25%においては、材齢28および91日のN, 材齢91日のMの場合、圧縮強度はセメントペーストの増加に伴い低くなる傾向を示した。これは、セメントペースト量の増大に伴い所要のスランプフローを得るための高性能AE減水剤の添加率が減少していることから、高性能AE減水剤の有する分散効果が相対的に低下し、セメント粒子の分散が十分でないまま硬化した可能性があり、この影響が硬化速度の速いセメントの種類ほど、また、水セメント比が小さいほど顕著に表れたものと思われる。ただし、Lを用いた場合、水セメント比25%においても圧縮強度は、セメントペーストと細骨材の構成割合の違いによる顕著な差は見られなかった。これは、NおよびMに比べLでは間隙質相が少なくセメントに吸着する混和剤量が少ないため、高性能AE減

表1 試験項目、方法および供試体の概要

項目	圧縮強度	静弾性係数
試験方法	JIS A 1108	JIS A 1149
供試体の寸法	100 × 200 mm	
供試体の養生方法	標準養生(20 ± 2 水中)	
試験材齢(日)	2, 7, 28, 91	28, 91

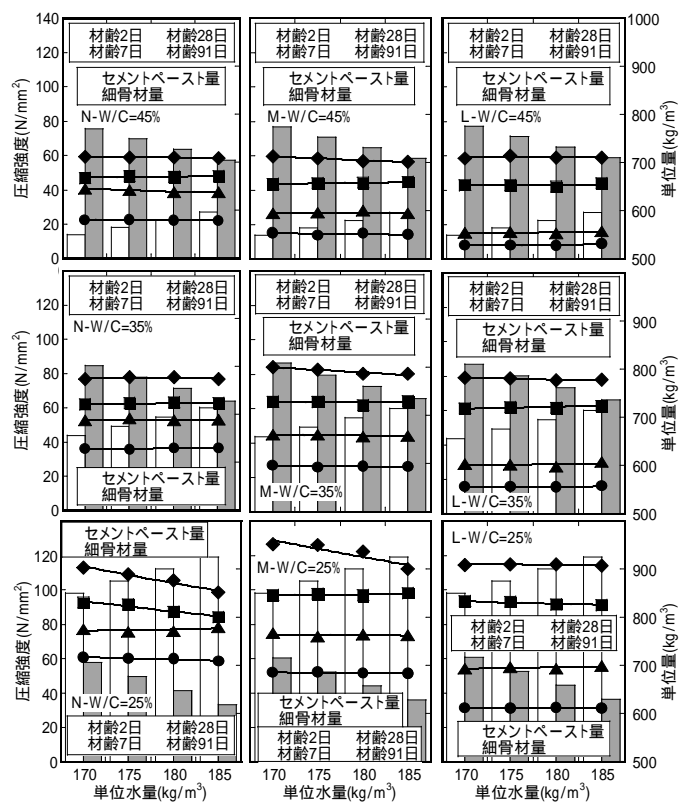


図1 単位水量と圧縮強度の関係

水剤がセメント粒子の分散に有効に作用したと考えられる。

材齢91日の圧縮強度と材齢91日に対する各材齢の圧縮強度の関係を図2に示す。いずれのセメントを用いた場合も材齢7日までは、水セメント比が大きい割合すなわち材齢91日の圧縮強度が小さいほど発現率が小さくなり、材齢28日では、材齢91日の圧縮強度の違いによる発現率の差は小さくなる傾向を示した。水セメント比が小さいほどセメントの量が多いため、初期の圧縮強度が大きくなるのは一般的な傾向であるが、通常は強度管理材齢を28日とすることが多い

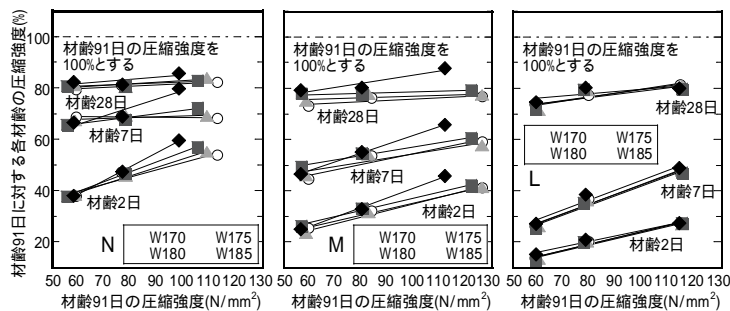


図2 材齢91日の圧縮強度と材齢91日に対する各材齢の圧縮強度の関係

め、セメントの鉱物組成が材齢28日頃に有効な強度を発現するように調整されている可能性がある。

## (2) 静弾性係数

セメントの種類および材齢ごとの単位水量と静弾性係数の関係を図3に、材齢28および91日における圧縮強度と静弾性係数の関係を図4に示す。なお、全ての試験体の見掛け密度が $2.32\text{t/m}^3$ から $2.48\text{t/m}^3$ の間であったため、図4の中には比較として単位容積質量を $2.30\text{t/m}^3$ 、 $2.40\text{t/m}^3$ および $2.50\text{t/m}^3$ とした構造計算規準式<sup>1)</sup>を示した。

水セメント比25%における、材齢28および91日のN、材齢91日のMの場合、単位水量の増加すなわちセメントペーストの増加に伴い静弾性係数は低下する傾向にあった。これは、前述したようにセメントペーストの増加に伴い圧縮強度が低下したことによる影響と考えられる。また、これらの場合を除く静弾性係数は、単位水量の違いによる顕著な差は見られず、セメントペーストと細骨材の構成割合の違いが静弾性係数に及ぼす影響はあまり大きくないと思われる。

一方、図4において圧縮強度と静弾性係数の関係は、概ね構造計算規準式に近似する傾向を示したものの、本実験の範囲では、材齢28日より材齢91日の方が圧縮強度に対する静弾性係数が若干大きくなる傾向を示した。このことから、圧縮強度が同じ程度であっても、材齢が異なる場合、材齢により補正係数を乗じる<sup>2)</sup>ことで、構造計算規準式によってより正確な静弾性係数を推定できる可能性がある。

## 4. まとめ

前報に引き続き、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について、圧縮強度および静弾性係数について検討した結果、以下の知見が得られた。

(1) 圧縮強度は、水セメント比25%において、材齢28および91日のN、材齢91日のMの場合、セメントペーストの増加に伴い低くなる傾向を示した。

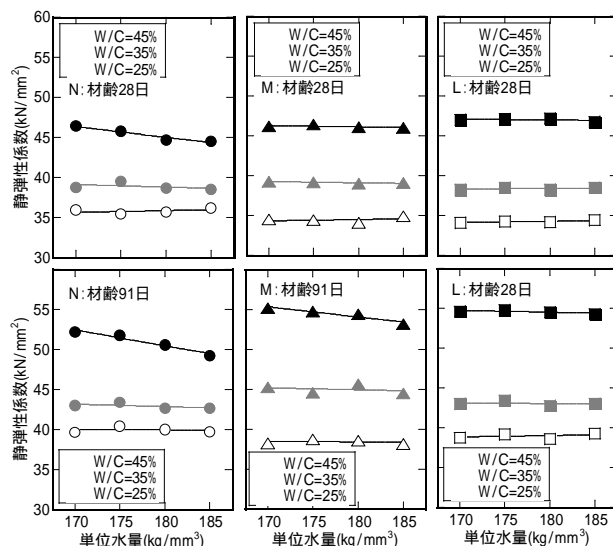


図3 単位水量と静弾性係数の関係

(2) 静弾性係数は、圧縮強度と相関性があるように見受けられるが、本実験の範囲では、圧縮強度が同じ程度であっても材齢28日より材齢91日の方が静弾性係数は大きくなる傾向を示した。

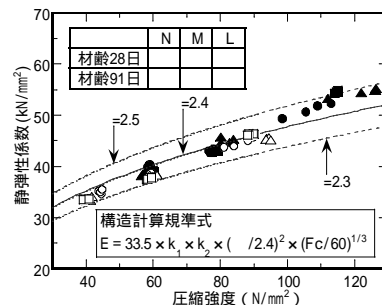


図4 圧縮強度と静弾性係数の関係

なお、本検討の範囲においては、セメントの種類にかかわらずセメントペーストと細骨材の構成割合の違いが圧縮強度および静弾性係数に及ぼす影響は、水セメント比の違いによる影響よりもはるかに小さかった。今後は、セメントペーストと細骨材の構成割合以外の調合要因についても高強度コンクリートの性状に関する検討を行っていきたい。

## 【謝辞】

本実験を行なうにあたり、株式会社内山アドバンス中央技術研究所の白鳥秀幸所長よりご指導を頂きました。また、日本大学理工学部中田研究室および、ものづくり大学技能工芸学部澤本研究室の学生より実験の協力を頂きました。ここに付記し、感謝の意を表します。

## 【参考文献】

- 1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 許容応力度設計法，pp.38-39，1999
- 2) 中田善久，澤本武博，大塚秀三，春山信人：各種セメントを用いた高強度コンクリートの強度発現性が静弾性係数に及ぼす影響に関する一考察，日本建築学会構造系論文集，第662号，pp.17-23，2007

\*1 日本大学大学院 理工学研究科 建築学専攻  
 \*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 内山城南コンクリート工業(株) 博士(工学)  
 \*5 フジミ工研(株) 滑川工場 コンクリート品質管理担当  
 \*6 ものづくり大学 技能工芸学部 修士(工学)

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