

施工性を考慮した高強度コンクリートの調合に関する検討

(その3 室内実験における硬化コンクリートの性状に関する検討)

高強度コンクリート 高性能AE減水剤 構成割合
圧縮強度 静弾性係数 長さ変化率

正会員 田村 裕介^{*1} 正会員 中田 善久^{*2}
同 齊藤 丈士^{*3} 同 女屋 英明^{*4}
同 春山 信人^{*5} 同 關 裕司^{*4}

1. はじめに

前報(その1, その2)に引き続き, ここでは, 高強度コンクリートの構成割合の変化がコンクリートの各種性状に及ぼす影響を明らかにするために, 圧縮強度, 静弾性係数および長さ変化率について検討した結果を述べる.

2. 実験概要

前報において対象としたコンクリートについて, 硬化コンクリートの性状として行った各試験の概要を表-1に示す. 静弾性係数のひずみ測定は, 検長100mmのコンプレッソメーターを使用し, 単位容積質量は試験時に測定した供試体の寸法および質量から算定した. 長さ変化試験の供試体は, 打込みの翌日に脱型し, 材齢7日まで20℃の水中で前養生した後に, 室温20℃, 相対湿度60%の恒温恒湿室で気中養生した.

3. 結果および考察

(1) 圧縮強度

単位水量と圧縮強度の関係を図-1に示す. なお, 図中のGは単位粗骨材かさ容積を示す. 普通ポルトランドセメントの材齢7, 28, 91日, 中庸熱ポルトランドセメントの材齢28, 91日および低熱ポルトランドセメントの材齢91日において, 単位水量が最も多い200kg/m³の調合, すなわちコンクリート中のセメントペーストの割合が著しく多い調合で圧縮強度は若干小さくなる傾向を示した. これは, 単位水量の増加に伴い高性能AE減水剤のセメントに対する添加率が減少し, セメント粒子の分散性が低下することで比較的長期の水和反応が弱まったためと考えられる. また, セメントの種類によって, この傾向の現れる材齢が異なるが, これは, セメントの種類によって組成化合物が異なり¹⁾, 高性能AE減水剤との吸着性に違いが生じたためと考えられる.

単位粗骨材かさ容積と圧縮強度の関係を図-2に示す. なお, 図中のWは単位水量を示す. 各材齢の圧縮強度は, いずれのセメントを用いた場合も, 単位粗骨材かさ容積が0.35から0.65m³/m³の範囲において単位粗骨材かさ容積の違いによる差はほとんど見られず, この範囲内であれば, 細骨材と粗骨材の構成割合の変化が圧縮強度に及ぼす影響は小さいと考えられる. しかし, 単位粗骨材かさ容積が0.25m³/m³の調合は, その他の調合に比べ圧縮強度が若干大きくなる傾

向を示した. これは, コンクリートと, 同じコンクリートから粗骨材を除去したモルタルを比較すると, モルタルのほうが圧縮強度は大きくなる²⁾ことから, 粗骨材が著しく少なくなるとモルタルに近づき, 圧縮強度は大きくなることを示していると考えられる.

(2) 圧縮強度と静弾性係数の関係

圧縮強度と静弾性係数の関係を図-3に示す. なお, すべての供試体の単位容積質量が2.28から2.50t/m³の間であったため, 図中には比較として単位容積質量を2.30, 2.40および2.50t/m³としたJASS⁵⁾に示されるNew-RC式(以下, New-RC式と称す)を示した.

単位水量を変化要因とした場合の圧縮強度と静弾性係数の関係は, いずれのセメントを用いた場合も単位水量が170から185kg/m³の範囲において, 静弾性係数に顕著な差は見られなかった. しかし, 単位水量が200kg/m³の調合では, その他の調合に比べ同等の圧縮

表-1 各試験の概要

試験項目	試験方法	供試体の寸法(mm)	養生方法	試験材齢
圧縮強度	JIS A 1108	100×200	標準養生	2, 7, 28, 91日
静弾性係数	JIS A 1149			
長さ変化率	JIS A 1129-2	100×100×400	本文に示す	1, 2, 3, 4, 8, 13, 17, 21, 26週

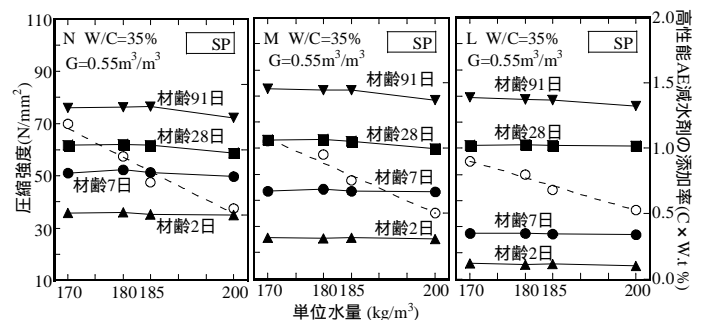


図-1 単位水量と圧縮強度の関係

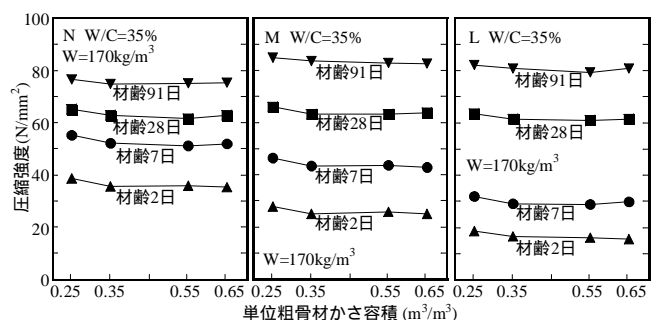
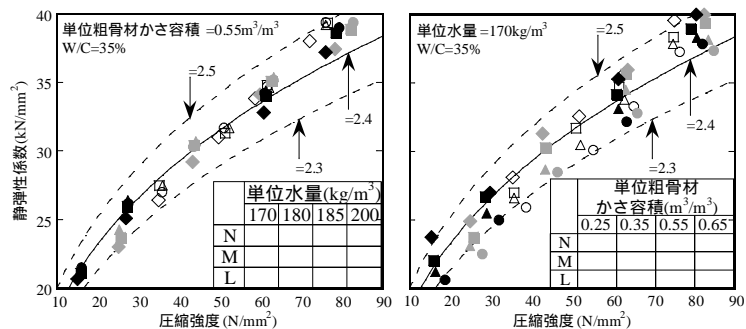


図-2 単位粗骨材かさ容積と圧縮強度の関係



a) 単位水量の異なる調合 b) 単位粗骨材かさ容積の異なる調合
 図 - 3 圧縮強度と静弾性係数の関係

強度に対する静弾性係数は小さくなる傾向を示した。単位粗骨材かさ容積を一定としているため、コンクリート中のモルタルの容積は一定となり、単位水量を大きくするとモルタル分中のセメントペーストが増加、細骨材が減少する。細骨材は、モルタル中分で比較的圧縮強度および静弾性係数が大きい材料であるため、単位水量が 200kg/m^3 の調合のように、著しく細骨材が減少した場合、静弾性係数の低いセメントペーストにモルタルの静弾性係数が近似したと思われる。

単位粗骨材かさ容積の異なる調合の圧縮強度と静弾性係数の関係は、ばらつきはあるもののいずれのセメントを用いた場合も、単位粗骨材かさ容積が小さいほど同等の圧縮強度に対する静弾性係数は小さくなる傾向を示した。単位粗骨材かさ容積が $0.25\text{m}^3/\text{m}^3$ の調合では、その他の調合に比べ圧縮強度が若干大きいため、この傾向が顕著に見られた。これは、主に変形に抵抗する粗骨材量が少なくなったことにより載荷時の変形が大きくなったためと考えられる。

(3) 長さ変化率

単位水量および単位粗骨材かさ容積と長さ変化率の関係を図-4に示す。なお、図中にはJASS 5⁴⁾に示される長さ変化率の標準的な設計値として、 8×10^{-4} を示している。長さ変化率は、いずれのセメントを用いた場合も単位水量の増加に伴い大きくなる傾向を示した。本実験の水セメント比(35%)では、長さ変化率に若干の自己収縮が含まれると思われるが、この傾向は、主に収縮するセメントペーストの量が単位水量の増加に伴い多くなったためと考えられる。

また、長さ変化率は、いずれのセメントを用いた場合も単位粗骨材かさ容積の増加に伴い小さくなる傾向を示した。これは、セメントペーストの収縮を拘束する粗骨材の量が増加したためと考えられる。

4. まとめ

前報に引き続き圧縮強度、静弾性係数および長さ変化率について検討した結果、以下の知見が得られた。

(1) 単位水量が著しく多い場合、および単位粗骨材か

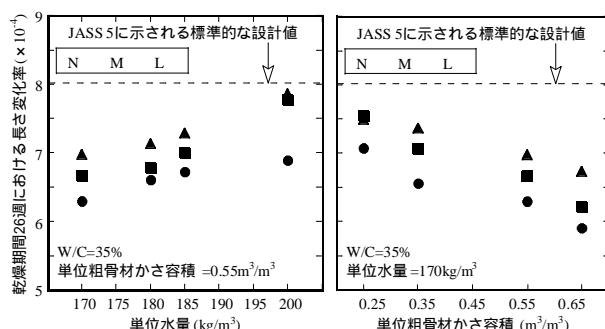


図 - 4 単位水量および単位粗骨材かさ容積と長さ変化率の関係

さ容積が著しく小さい場合を除き、構成割合の変化が圧縮強度および静弾性係数に及ぼす影響は小さかった。

(2) 長さ変化率は、単位水量が多いほど、または単位粗骨材かさ容積が小さいほど大きくなる傾向を示した。

室内実験において、高強度コンクリートの構成割合の変化はスランプフローの経時変化量、ふるい通過率、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率の施工性に関連する品質に影響を及ぼした。これより、高強度コンクリートの施工性は構成割合の変化により改善できる可能性があることがわかった。ただし、単位水量が 185kg/m^3 を超える調合、または単位粗骨材かさ容積が $0.35\text{m}^3/\text{m}^3$ 未満の調合など、構成割合が一般的な範囲からはずれる場合、静弾性係数が小さくなるなど、硬化コンクリートの品質を損なう可能性があるため注意が必要である。

なお、構成割合を変化させることによる高強度コンクリートの各種品質の変化について、本実験における傾向は粗骨材に石灰岩碎石を用いた以前の研究⁵⁾と概ね同様であったが、一部で試験値に差が見られた。これは、本実験で用いた硬質砂岩碎石における微粒分量や粒形などの品質が、石灰岩碎石⁵⁾の品質と異なることが影響したと考えられる。

【謝辞】

本研究を行うにあたり、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およびものづくり大学建設技能工学学科の大塚秀三助教より御指導、御協力を頂きました。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学部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) 日本コンクリート工学協会：コンクリート工学，第37巻6号，pp.8-14，1996.6
- 2) 中田善久ほか：粗骨材とモルタルの構成割合を変えた高流動コンクリートの性状に関する一考察，日本建築学会技術報告集，第6号，pp.1-6，1998.10
- 3) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事 2009，pp.185-187，2009.2
- 4) 前掲文献，p.185，pp.187-190
- 5) 斉藤文士ほか：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，日本建築学会学術講演梗概集，pp.1017-1026，2008.9

*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 内山城南コンクリート工業 博士(工学)

*4 内山アドバンス 中央技術研究所

*5 フジミ工研 滑川工場 コンクリート品質管理担当

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