

単位水量の違いが高強度コンクリートの諸性質に及ぼす影響

(その1 実験概要およびスランプ・スランプフロー)

高強度コンクリート 単位水量 高性能AE減水剤
フレッシュコンクリート 硬化コンクリート

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 藤井 和俊*⁶

1. はじめに

JASS5¹⁾ならびに高強度コンクリート施工指針(案)²⁾において、高強度コンクリートの単位水量は175kg/m³以下を標準的な値とするが、良好なワーカビリティが得られない場合には185kg/m³以下の範囲で増やしても良いとされている。現状においては、高性能AE減水剤を用いるコンクリートの単位水量を170kg/m³程度としている場合が多い³⁾が、これは、高性能AE減水剤がJIS規格化する以前の1991年に公表された「高耐久鉄筋コンクリート造設計施工指針(案)・同解説」⁴⁾に規定されている単位水量の上限を考慮して調査設計されたものを踏襲している場合がある。したがって、ワーカビリティの管理項目がスランプからスランプフローに移り変わってきた近年の高性能AE減水剤コンクリートにおいて、施工の各段階における作業性という本来のワーカビリティが不明確なまま、調査設計がなされている可能性も否定できない。

一方、鉄筋コンクリート造建築物の収縮ひび割れ制御設計・施工指針(案)⁵⁾においては、収縮ひび割れに影響を及ぼす因子として単位水量の多少の違いよりも骨材や混和材の種類の影響が大きいことを示唆する収縮ひび割れの予測式が示されており⁶⁾、ワーカビリティを考慮して単位水量を増減させても、収縮ひび割れは許容できる範囲内で変化する可能性もある。

そこで、本研究は、単位水量の違いが高強度コンクリートの諸性質に及ぼす影響を明らかにするために、単位水量を変化させて高性能AE減水剤の使用量によりスランプあるいはスランプフローを調整した高強度コンクリートの品質を調べたものである。本報告(その1)では、実験の概要とコンクリートの調査およびスランプ(スランプフロー)の試験結果について述べる。

2. 実験概要

水セメント比を3水準、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プまたはスランプ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について、フレッシュコンクリートおよび硬化コンクリートの性状を調べた。

2.1 使用材料

セメントに普通ポルトランドセメント、水に上水道水、細骨材に砂、粗骨材に砕石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。

2.2 実験の要因と水準

実験の要因と水準は、単位水量が170, 175, 180および185の4水準、水セメント比が45, 35および25%の3水準である。

2.3 コンクリートの調査条件

スランプ(スランプフロー)および空気量は、練上りに

表1 使用材料の概要

種類	名称	概要
セメント	普通ポルトランドセメント	密度3.16g/cm ³ , プレーン比表面積3,300cm ² /g
水	上水道水	千葉県浦安市
細骨材	砂	山砂, 千葉県君津市産, 表乾密度2.59g/cm ³
粗骨材	砕石2005	石灰, 高知県鳥形山産, 表乾密度2.70g/cm ³
化学混和剤	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸系, 密度1.07g/cm ³
	AE剤	アルキルエーテル系陰イオン界面活性剤

表2 コンクリートの調査条件

水セメント比 (%)	単位水量 (kg/m ³)	調査条件
45	170, 175, 180, 185	スランプ: 21±2cm, 空気量: 4.5±1.5%, 単位粗骨材かさ容積: 0.602m ³ /m ³
35		スランプフロー: 50±7.5cm, 空気量: 4.5±1.5%, 単位粗骨材かさ容積: 0.525m ³ /m ³
25		スランプフロー: 60±10cm, 空気量: 3.0±1.5%, 単位粗骨材かさ容積: 0.510m ³ /m ³

表3 試験項目および方法と調査の組合せ

試験項目	試験方法	コンクリートの調査		
		W/C45%	W/C35%	W/C25%
フレッシュコンクリート	スランプ	○	—	—
	スランプフロー	—	○	○
	空気量	○	○	○
	ふるい通過率	○	○	○
	加圧ブリーディング	○	○	○
	凝結時間	○	○	○
硬化コンクリート	経時変化(90分)	○	○	○
	蒸発を防止し静置	○	○	○
	圧縮強度	○	○	○
	静弾性係数	○	○	○
長さ変化率	JIS A 1129-2(2001)	○	○	○

において調査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。コンクリートの調査条件を表2に示す。

2.4 試験項目および方法

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、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)、加圧ブリーディング試験による脱水量、スランプ(スランプフロー)の経時変化ならびに凝結時間とし、硬化コンクリートについて圧縮強度、静弾性係数および長さ変化率とした。試験項目および方法と調査の組合せを表3に示す。

2.5 ふるい通過率試験の方法

ふるい震とう機に固定したふるい面60×40cm、公称目開き4.75mmの網ふるい(5mmふるい)の上に定量容器(JIS A 1128に使用するエアメータの容器)により計量したコンクリートを軽く敷き均し、これを一定時間震とうした



写真1 ふるい震とう機

ときに網ふるいを通過したモルタル分の質量をふるい通過量とした。また、調合から求めたコンクリート試料中の粒径5mm以下の粒子の質量に対するふるい通過量の割合をふるい通過率とした。なお、ここでは、震とう時間を1, 2および3分間としてふるい通過率を求めた。ふるい震とう機を写真1に示す。

3. 結果および考察

ここでは、所要のスランプ(スランプフロー)および空気量が得られた高強度コンクリートの調合およびスランプ(スランプフロー)の経時変化について述べる。

3.1 コンクリートの調合

練上りにおいて調合条件を満足するスランプ(スランプフロー)および空気量が得られた高強度コンクリートの調合を表4に示す。高性能AE減水剤の使用量は、多少のばらつきが見られるが、水セメント比が45および35%の場合に単位水量の増加に伴い若干減少し、水セメント比が25%のときにはほぼ一定となる傾向にあった。これは、単位水量が多くなるとセメントに対する高性能AE減水剤の添加率が減少する傾向にあるためと考えられる。

3.2 スランプ(スランプフロー)の経時変化

練混ぜから45分後および90分後におけるスランプ(スランプフロー)の練上りからの経時変化量を図1に示す。水セメント比25%の経時90分を除き、スランプ(スランプフロー)の経時変化量は、全体に単位水量の増加に伴い減少する傾向にあり、この傾向は、経時45分よりも経時90分で顕著であった。これは、コンクリート中における余剰セメントペーストの量が影響していると考えられる。水セメント比が25%、経時90分の場合のスランプフローの変化量は、単位水量が170~180kg/m³の範囲においては単位水量の増加に伴い比較的大きな割合で減少したが、単位水量が185kg/m³のときには著しく増大した。この増大の原因は明確でないが、単位水量が大きいほどセメント量に対する高性能AE減水剤の添加率が小さくなることや水セメント比25%ではコンクリートの粘性が著しく高かったことなどが関係していると思われる。

表4 高強度コンクリートの調合

水セメント比 (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤使用量 (kg/m ³) (調整後)	
	水	セメント	細骨材	粗骨材	高性能AE減水剤	AE剤
45	170	378	772	995	3.02	0.008
	175	389	751		2.53	0.004
	180	400	728		2.20	0.006
	185	411	707		2.06	0.008
35	170	486	805	867	6.20	0.019
	175	500	782		5.75	0.020
	180	514	756		5.40	0.018
	185	529	733		4.76	0.032
25	170	680	671	843	14.62	0.034
	175	700	640		14.70	0.028
	180	720	611		14.40	0.058
	185	740	583		14.43	0.074

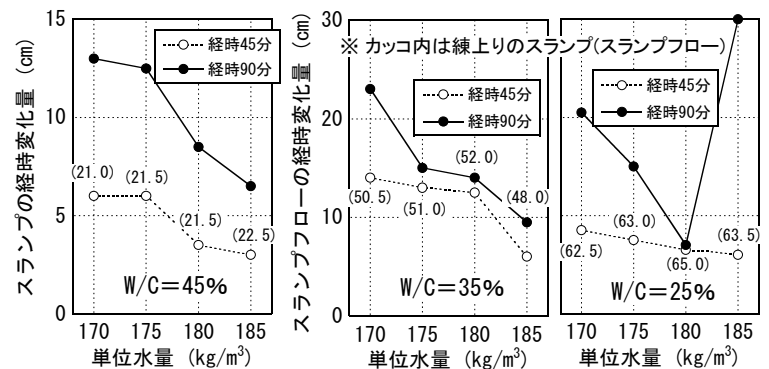


図1 スランプ(スランプフロー)の経時変化量

4. まとめ

本報告(その1)では、単位水量を変化させた普通ポルトランドセメントを用いた高強度コンクリートの品質について、単位水量の増大に伴い高性能AE減水剤の添加率が減少するためその使用量は増大しないことおよびスランプ(スランプフロー)の経時変化量は、概ね単位水量が多いほど小さくなっていったことを述べた。

【謝辞】

本実験を行うにあたり、(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酒井祥平君、草間晃君ならびに山宗化学(株)の榎本哲也氏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) 建築工事標準仕様書・同解説 (JASS5 鉄筋コンクリート工事), p. 439, (社)日本建築学会, 2003. 2
- 2) 高強度コンクリート施工指針(案)・同解説, p. 91, (社)日本建築学会, 2005. 2
- 3) 飯生昌之ほか「関東地区におけるレディーミクストコンクリート工場の実態調査」, コンクリート工学年次論文報告集Vol.25 No.1, pp.101~106, 2003. 7
- 4) 高耐久性鉄筋コンクリート造設計施工指針(案)・同解説, p. 100, (社)日本建築学会, 1991. 7
- 5) 鉄筋コンクリート造建築物の収縮ひび割れ制御設計・施工指針(案)・同解説, pp. 4~5, (社)日本建築学会, 2006. 2

*1 (株)内山アドバンス 中央技術研究所 研究員・博士(工学)
*2 日本大学 理工学部 建築学科 准教授・博士(工学)

*3 (株)内山アドバンス 中央技術研究所 課長
*4 フジミエ研(株)滑川工場 コンクリート品質管理担当 課長
*5 ものづくり大学 技能工芸学部 建設技能工芸学科 助教
*6 (株)ピーエス三菱 技術研究所 副所長・博士(工学)

Research Engineer, Uchiyama Advance Co. Ltd., Dr. Eng.
Assoc. Prof., Dept. of Architecture, College of Science & Technology, Nihon Univ., Dr. Eng.
Chief, Technical Research Institute of Uchiyama Advance Co. Ltd.
Chief, Charge of QC of Concrete Namegawa Factory FUJIMI KOKEN Co. Ltd.
Assistant, Dept. of Building Technologists, Institute of Technologists
Subdirector, Technical Research Institute of P.S. Mitsubishi Construction Co. Ltd., Dr. Eng.