

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1 試し練りの概要と高性能AE減水剤の使用量の変化)

高強度コンクリート 施工性 構成割合
高性能AE減水剤 単位水量 単位粗骨材かさ容積

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 關 裕司*³ 同 田村 裕介*⁵

1. はじめに

高強度コンクリートは、水セメント比が小さいため、粘性が高く材料分離しにくい反面、粘性が高いことを原因としてワーカビリティが損なわれる場合がある¹⁾。また、単位水量が少なくブリーディングが出にくいいため、表面の乾燥によるプラスチック収縮ひびわれが発生しやすい²⁾。このような背景から、JASS5では高強度コンクリートの取り扱いにおいて、締固めの作業標準を定めこれを作業員に徹底させる³⁾、打込み終了後の打込み上面にはひび割れを防止する措置を施す²⁾など、施工の面からの対策を求めている。しかし、写真1に示すように、粘性が高く施工性が低下した高強度コンクリートにおいては、締固め後のタンピングや均しを十分に行うことができず、施工欠陥を生じる場合⁴⁾があることから、施工の面からだけでなく、高強度コンクリートの品質の面からも施工性能を改善していく必要がある。

一方、高強度コンクリートに代表される高性能AE減水剤を用いたコンクリートは、高性能AE減水剤の使用量によって広い範囲で流動性を変化させることが可能なため、コンクリート中の構成割合をあまり変化させずにスランプ(スランプフロー)を調整する調合設計方法が主流となってきた⁵⁾。このため、高強度コンクリートは、従来のAE減水剤を用いた普通コンクリートと比較して、コンクリート中の構成割合により品質を調整する本来の調合設計に関して不明な部分が多い。

そこで、本研究は、高強度コンクリートの施工性を改善するために、構成割合の変化が高強度コンクリートの品質に及ぼす影響について実験的に検討を行ったものである。ここでは、各種ポルトランドセメントを用いた高強度コンクリートについて、セメントペーストと細骨材の構成割合および細骨材と粗骨材の構成割合を変化させるために、単位水量および単位粗骨材かさ容積を変化要因として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た結果について述べる。なお、本報告(その1)では、研究の概要と室内試し練りにおける高性能AE減水剤の使用量について取り扱っている。

2. 研究の概要

セメントの種類、単位水量、単位粗骨材かさ容積および目標スランプ(スランプフロー)を変化要因として室内実験を行い、高強度コンクリートの品質について構成割合の変化の影響を検討した。また、単位水量、単位粗骨材かさ容積、目標スランプ(スランプフロー)を変化要因として実施工実験を行い、高強度コンクリートの施工性および強度性状について検討を行った。ここで、変化要因の単位水量はセメントペー



写真1 高強度コンクリートを用いたスラブに発生したひび割れ

表1 室内における試し練りの使用材料

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 ³ , 比表面積3,300cm ² /g
	中庸熱ポルトランドセメント	M	密度3.21g/cm ³ , 比表面積3,190cm ² /g
	低熱ポルトランドセメント	L	密度3.22g/cm ³ , 比表面積3,380cm ² /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 ³
粗骨材	硬質砂岩砕石2005	G	埼玉県秩父郡産, 表乾密度2.67g/cm ³
化学	高性能AE減水剤	SP	ホリカルボン酸系, 密度1.07g/cm ³
混和剤	AE剤	AE	アルキルエーテル系陰イオン界面活性剤

ストと細骨材、単位粗骨材かさ容積は細骨材と粗骨材、水セメント比はセメントと水について、それぞれの構成割合を変化させていることを表している。

3. 室内における試し練りの概要

(1) 使用材料

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) 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。また、普通ポルトランドセメントを用いた場合には目標スランプ(スランプフロー)を変化要因に含めた。実験の変化要因と水準を表2に示す。

(3) コンクリートの調合条件

スランプまたはスランプフローの許容範囲をスランプ21±2cm, スランプフロー50±7.5cmまたは60±10cm, 空気量の許容範囲を4.5±1.5%とし、この調合条件を満足するように化学混和剤の使用量により練上りの品質を調整した。

(4) 試験項目

試験項目は、練上りにおいてスランプ(スランプフロー)および空気量を確認し、調合条件を満足したフレッシュコンクリートについてスランプ(スランプフロー)の経時変化量、ふるい振とう機を用いて5mmふるいでふるった試料の通過率(以

Study on Mix Proportion of High-Strength Concrete Considered Workability
(Part1. Summary of Experiment in Laboratory and Quantity of Air Entraining and High-range Water Reducing Agent)

SAITO Takeshi, NAKATA Yoshihisa, ONAYA Hideaki, HARUYAMA Nobuhito, SEKI Hiroshi and TAMURA Yusuke

表2 実験の変化要因と水準

セメントの種類	水セメント比 (%)	単位水量 (kg/m ³)	単位粗骨材かさ容積 (m ³ /m ³)	目標スランプ (スランプフロー) (cm)	SL (スランプフロー) SF	
N M L	45	170	0.55	SL 21	SF 50	
		185				
		170				
	35	170	0.25	0.55	SF 50	SL 21 *
			0.35			SF 50
			0.55			SF 60 *
		25	180	0.55	SF 50	SF 50
			185			
			200			
	25	170	0.55	SF 60	SF 60	
		185				

*: 普通ポルトランドセメント(N)で実施した

表3 試験項目および方法

試験項目	試験方法	
フレッシュ コンクリート	スランプ	JIS A 1101
	スランプフロー	JIS A 1150
	空気量	JIS A 1128
	スランプ (スランプフロー) 経時変化量 *	続報(その2)参照
	5mmふるいの通過率 *	続報(その2)参照
	ブリーディング量 *	JIS A 1123
	加圧ブリーディングによる最終脱水率 *	JSCE-F502
硬化 コンクリート *	圧縮強度	JIS A 1108
	静弾性係数	JIS A 1149
	長さ変化率	JIS A 1129-2

*: 水セメント比35%の調査において実施した

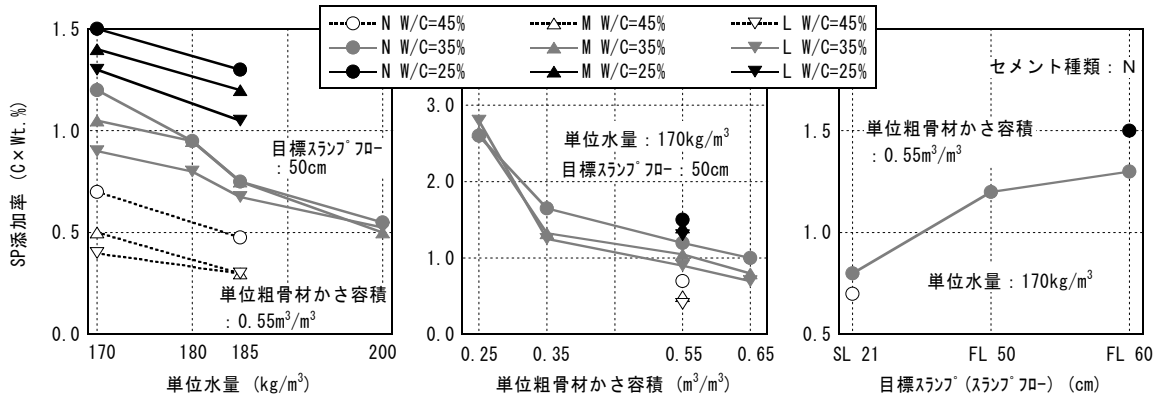


図1 高性能AE減水剤のセメントに対する質量添加率 (SP添加率)

下、ふるい通過率と称する), 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最終脱水率, 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. ただし, スランプ(スランプフロー)および空気量以外の試験は, 水セメント比35%の調査において実施した. なお, スランプ(スランプフロー)の経時変化量およびふるい通過率試験の方法は, 続報(その2)に詳細を示している. 試験項目および方法を表3に示す.

4. 構成割合の変化に伴う高性能AE減水剤の使用量の変化

セメントの種類の違いにかかわらず, 本実験の範囲で構成割合が変化しても, 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, いずれの調査においても化学混和剤の使用量を調整することにより調合条件を満足した. 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各変化要因に対する高性能AE減水剤のセメントに対する質量添加率(以下, SP添加率と称する)を図1に示す.

SP添加率は, 全体に単位水量が多いほど, 単位粗骨材かさ容積が大きいほど, 目標スランプ(スランプフロー)が小さいほど少なくなる傾向を示した. これは, セメントペーストと細骨材の構成割合や細骨材と粗骨材の構成割合が異なると, セメントペーストの量と全骨材の表面積の比が変わり, 骨材粒子の表面に付着せず流動性に寄与できるセメントペーストの量が増えるためと考えられる. また, 目標とするスラン

プ(スランプフロー)が大きいかほどSP添加率は大きくなった. これは, セメントペーストの流動性をSP添加率により調整できればコンクリートのスランプを調整できることを示している. なお, 各種条件が同じ場合にSP添加率が概ねN>M>Lの順になっていたが, これは, セメントに含まれる間隙相の量の違いにより, セメント粒子に吸着される高性能AE減水剤の量が異なるためと考えられる.

5. まとめ

高強度コンクリートにおける構成割合の変化はいずれもSP添加率に影響を及ぼすが, 本実験の範囲では化学混和剤の使用量を調整することにより調合条件を満足するフレッシュコンクリートが得られた.

【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, 日本大学中田研究室の学生より御協力を頂きました. 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: 建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事 2009, p. 468, 2009. 2
- 2) 前掲文献, p. 489
- 3) 前掲文献, p. 487
- 4) 中田善久, 毛見虎雄: 材料・配(調)合から見る施工性能, コンクリート工学, Vol. 44, No. 9, pp. 80~84, 2006. 9
- 5) 飯生昌之ほか: 関東地区におけるレディ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, pp. 101~106, 2003. 7

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

Uchiyama Jyonan 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 Architecture, Graduate School of Science & Technology, Nihon Univ.