

膨張材と収縮低減剤を用いた高性能コンクリートの収縮特性

韓国建設技術研究院	KSCE	高京澤
韓国建設技術研究院	KSCE	朴晁浚
韓国建設技術研究院	KSCE	金成旭
韓国建設技術研究院	KSCE	李章和

1. はじめに

最近、高強度と高流動性を有する高性能コンクリートに対する研究が多く行われ、実構造物に適用例も次第に増加してきている。高性能コンクリートは、要求される性能を満足するために水結合材比を小さく、単位結合材量を多くするが、その結果、コンクリートの自己収縮が大きくなり、場合によってはコンクリートにひび割れが発生し、耐久性の低下の恐れがある。一方、コンクリートの収縮を低減するために膨張材と収縮低減剤が用いられるが、韓国ではコンクリートの収縮を低減される研究が十分に行われていないのが現状である。したがって、本研究では水結合材比30%の高性能コンクリートに対象に、膨張材、収縮低減剤及びこれらの併用が乾燥収縮及び自己収縮に及ぼす効果を実験的に検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料及び配合

表-1に使用材料を示す。膨張材はCSA系、収縮低減剤はグリコール系を用いた。表-2は本研究で用いたコンクリートの基本配合を示す。フライアッシュ20%とシリカフェーム10%を同時に置換した水結合材比30%のコンクリートに対し、膨張材の混入率を0, 2.5, 5.0, 7.5, 10%とした5水準と、収縮低減剤を0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0%とした5水準を併用した合計25水準について検討を行った。スランプフローが60±5cm、空気量が4.5±1.0%を満足するように高性能減水剤とAE剤を調節した。

2.2 実験方法

圧縮強度は材齢7日、28日、91日、180日で測定を行った。乾燥収縮は、10×10×40cm角柱供試体を用い、材齢7日の間水中養生を行い、その後は恒温恒湿室(温度20±2℃、湿度65±10%)に露出した。自己収縮は

日本コンクリート工学協会(JCI)によって提案された方法に従い行った。自己収縮の実験に用いた供試体は、全面をアルミ箱粘着テープでシールし、ビニール袋に入れ密封した後、恒温恒湿室に静置した。自己収縮試験を行う間にJCIの基準である0.05%以上のコンクリート供試体の質量変化率は見られなかった。

3. 実験結果及び考察

図-1は圧縮強度の結果を示す。膨張材と収縮低減剤は、混入率に関係なく材齢28日における50MPa以上とし、比較的の高い強度を示す。膨張材は、5%まで混入率が増加するほど強度も増加しているが、5%以上から強度が低下することが分かる。収縮低減剤は、混入率が増加するほど強度が低下し、強度に悪影響を与えることが分かる。

キーワード 膨張材、収縮低減剤、高性能コンクリート、乾燥収縮、自己収縮

連絡先 〒411-712 韓国京畿道高陽市一山区大花洞2311 韓国建設技術研究院 構造研究部 TEL 82-31-910-0537

表-1 使用材料

Materials	Sign	Principal properties
Cement	C	Ordinary portland cement, Density:3.15g/cm ³ , Blaine Fineness:3,413cm ² /g
Fly ash	FA	Density:2.22g/cm ³ , Blaine Fineness:3,850cm ² /g
Silica fume	SF	Density:2.10g/cm ³ , Blaine Fineness:240,000cm ² /g
Fine aggregate	S	River sand, Density:2.67g/cm ³ , FM:2.60 Absorption:1.83%, Unit Mass:1,422kg/m ³
Coarse aggregate	G	Crushed aggregate, Density:2.63g/cm ³ , FM:6.87, G _{max} :25mm, Absorption:0.63%
Expansive additive	EA	CSA type, Density:2.93g/cm ³ , Blaine Fineness :3,100cm ² /g, CaO 70.2%, SiO ₂ 0.4%, Al ₂ O ₃ 2.8%
Shrinkage reducing agent	SRA	Glycol type, Soluble in water, Density:3.16g/cm ³
Superplasticizer	SP	Polycarboxylic ether and Crosslinked polymer
Air agent	AE	Negative ion

表-2 コンクリートの基本配合

W/B (%)	s/a (%)	Target slump flow (cm)	Target air content (%)	Unit content(kg/m ³)						SP (B×wt. %)	AE (B×wt. %)
				W	B			S	G		
					C	FA	SF				
30	45	60±5	4.5±1	175	408	117	58	686	814	0.9	0.04

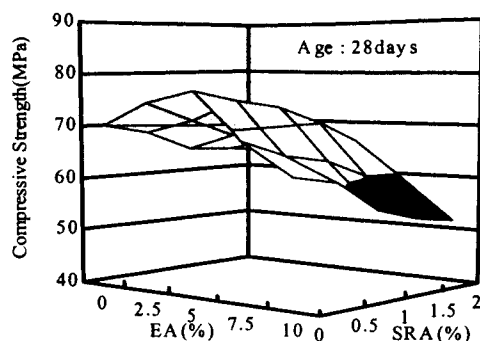


図-1 圧縮強度の結果

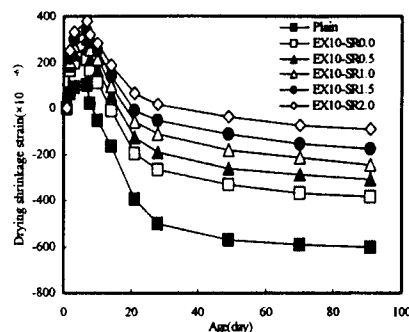
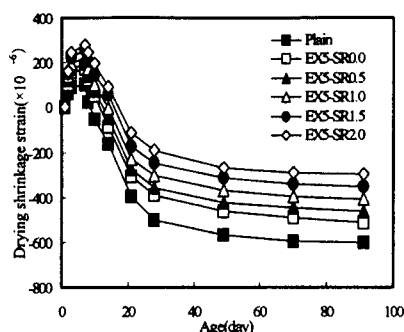


図-2 乾燥収縮の結果

図-2は乾燥収縮の結果の一例である。水中養生の期間である材齢7日までは水分の吸水及び膨張材のエトリングの生成反応によりコンクリートが膨張する傾向がある。膨張材のみの場合、混入率が増加するほどPlainコンクリートに比べ6～35%程度が低減し、これは膨張材のエトリングの生成により収縮補償の作用するためである。収縮低減剤のみの場合、混入率が増加するほどPlainコンクリートに比べ4～22%程度が低減し、これは収縮低減剤の添加により毛細管張力の減少によることであると思われる。また、膨張材と収縮低減剤を併用した場合、各々膨張材と収縮低減剤のみを使用した場合に比べ、4～63%程度の乾燥収縮の低減の効果が分かる。

図-3は自己収縮の結果の一例である。Plainコンクリートの自己収縮の変化率は材齢49日における -298×10^{-6} 程度の収縮が生じることを示している。膨張材のみおよび収縮低減剤のみを用いた場合、自己収縮は膨張材の混入率5%で -186×10^{-6} 程度、混入率10%で -78×10^{-6} 程度と、Plainコンクリートに比べ各々38%、74%程度の収縮減少の効果が分かる。収縮低減剤の混入率1%で -228×10^{-6} 程度、混入率2%で -143×10^{-6} 程度と、Plainコンクリートに比べ各々24%、52%程度の収縮減少の効果が分かる。また、膨張材と収縮低減剤を併用した場合、各々膨張材と収縮低減剤のみを使用した場合に比べ自己収縮の低減の効果が上昇することが分かる。膨張材10%と収縮低減剤1.0%の以上を併用した場合、材齢49日までも収縮が生じることがなく、むしろ膨張することを示している。

図-4は膨張材と収縮低減剤の使用方法が収縮に及ぼす影響である。乾燥収縮及び自己収縮に関係なく、膨張材と収縮低減剤を併用した方法が単独に用いた方法より、高性能コンクリートの収縮低減に有効であることが確認される。

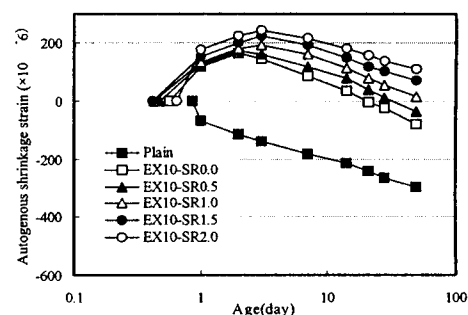
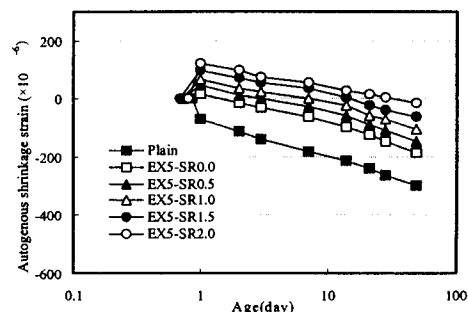


図-3 自己収縮の結果

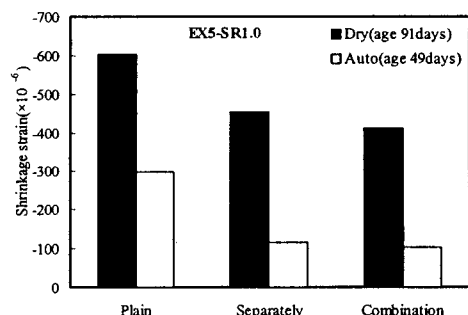


図-4 収縮低減材料の使用方法の影響

4. 結論

本研究では、水結合材比30%の高性能コンクリートを対象に、膨張材、収縮低減剤、さらにこれらの併用が乾燥収縮及び自己収縮に及ぼす効果について検討した結果、膨張材または収縮低減剤の使用により、コンクリートの乾燥収縮及び自己収縮を低減する効果があり、また膨張材と収縮低減剤を併用した場合、乾燥収縮と自己収縮の低減の効果が上昇することが分かった。

参考文献

- (1) 日本コンクリート工学協会、コンクリートの自己収縮研究委員会、2002年9月
- (2) 韓国建設技術研究院、コンクリート橋梁の耐久性の向上の技術開発、2003年12月(in Korean)