

安倍川産骨材を用いたコンクリートの乾燥収縮性状に関する実験的研究

1815028 鈴木 明子

指導教員：太田 達見

乾燥収縮 膨張材 収縮低減剤
川砂・川砂利 初期膨張量 長さ変化率

1. はじめに

静岡県内には、工場や物流倉庫など平面的に大きな建物が多い。これらの建物のスラブや腰壁に用いられるコンクリートは乾燥収縮ひび割れが問題となることが多く、県内ゼネコンもその対策に苦慮している。一般的に、スラブや腰壁は部材厚さが薄く露出面が大きいいため、コンクリート打込み後比較的早期から乾燥しやすいこともひび割れの一因と考えられる。こうした乾燥収縮ひび割れを抑制するため、膨張材を添加したコンクリートを施工するなどの対策が採られているが、本学えんつりー1階のスラブコンクリートからも明らかのように、決して効果的とは言えない。

そこで、本研究では、安倍川産の川砂・川砂利を用いたコンクリートを対象とし、これに膨張材や収縮低減剤を添加することによる収縮低減効果に関する実験（室内試験練り）を行い、コンクリートの乾燥収縮ひび割れの低減に有効な対策を模索することとした。

2. 実験概要

本研究では、膨張材2種類と収縮低減剤1種類を用いたコンクリートの試験練りを市川開発静岡第一生コンクリート工場にて実施した。実験概要は、以下のとおりである。

2.1 コンクリートの使用材料と計画調合

試験練りしたコンクリートの仕様と目標値を表1に、各材料の諸元を表2に、コンクリートの計画調合を表3にそれぞれ示す。なお、対象としたコンクリートについては、静岡県内の工場や物流倉庫等のスラブや腰壁への適用を想定し、呼び強度は27、目標スランプは18cmとした。

2.2 測定項目および測定方法

本実験における測定項目および測定方法をまとめて、表4に示す。このうち、コンクリートの初期膨張量の測定は、JCI-S-009-2012:円筒型枠を用いた膨張コンクリートの拘束膨張試験方法に準拠し、膨張材を添加した3調合のコンクリートに対し、1週間継続した。また、コンクリートの乾燥収縮ひび割れ（長さ変化率）は、JIS A 1129-1:モルタル及びコンクリートの長さ変化測定方法-第1部:コンパレータ法に準拠し、山宗化学平塚事業所にて乾燥開始から26週まで実施した。一方、コンクリートの圧縮強度は、材齢7、28、56、91日で測定し、材齢7日を除く圧縮強度試験時においてヤング係数を求めた。

表1 コンクリートの仕様および目標値

項目	仕様・目標性能
呼び強度	27
スランプ	18.0±2.5cm
空気量	4.5±1.5%
材料分離抵抗性	目視で材料分離していないこと
ブリーディング量	0.3cm ³ /cm ² 以下
凝結性状	著しい凝結の遅延がないこと
ヤング係数	JASS 5 (3.1) 式による算定値の80%以上
初期膨張量	200×10 ⁻⁶ 以上
乾燥収縮ひび割れ	乾燥開始から26週で500×10 ⁻⁶ 以下

表2 使用材料の諸元

使用材料	記号	該当規格・種類・諸元
セメント	C	JIS R 5210:普通ポルトランドセメント 密度:3.16 g/cm ³ 太平洋セメント
細骨材	S1	JIS A 5308 附属書 A:川砂 静岡市安倍川産 表乾密度:2.60 g/cm ³ 粗粒率:2.90
	S2	JIS A 5308 附属書 A:山砂 菊川市河東産 表乾密度:2.60 g/cm ³ 粗粒率:1.50
粗骨材	G	JIS A 5308 附属書 A:川砂利 静岡市安倍川産 表乾密度:2.63 g/cm ³ 実積率:63.0%
膨張材	Hyp	JIS A 6202:太平洋ハイパーエキスパン 主成分:酸化カルシウム・石灰系
	CSA	JIS A 6202:デンカパワー-CSA 主成分:エトリンガイト・石灰複合系
収縮低減剤	SH	JIS A 6211:ヤマゾーDS100 主成分:グリコールエーテル系誘導体
AE 減水剤	Ad	JIS A 6204:ヤマゾー02NL 主成分:ポリカルボン酸系
練混ぜ水	W	地下水

表3 計画調合

記号	単位置量 (kg/m ³)								s/a (%)	W/B (%)
	W	C	S1	S2	G	Hyp	CSA	SH		
PL	173	340	689	122	952	0	0	0	46.3	50.9
Hyp	173	320	692	122	952	20	0	0	46.4	50.9
CSA	173	320	692	122	952	0	20	0	46.4	50.9
SH	173	340	689	122	952	0	0	8	46.3	50.9
Hyp+SH	173	320	692	122	952	20	0	8	46.4	50.9

表4 測定項目および測定方法

項目	方法	測定条件または供試体
スランプ	JIS A 1101	室内環境下 (練上がりから経過時間30分まで)
空気量	JIS A 1128	
コンクリート温度	JIS A 1156	
ブリーディング量	JCI-S-015-2018	室内環境下:φ150×300mm供試体
凝結性状	JIS A 1147	150×150×530mm 鋼製型枠
圧縮強度	JIS A 1108	標準養生:φ100×200mm供試体
ヤング係数	JIS A 1149	標準養生:φ100×200mm供試体
初期膨張量	JCI-S-009-2012	膨張材を添加したコンクリート φ100×200mm供試体:3体ずつ
乾燥収縮ひび割れ	JIS A 1129-1	100×100×400mm供試体:3体ずつ

3. 実験結果

3.1 フレッシュ性状

試験練りで得たコンクリートのスランプは、練上がり直後と 30 分経過後のいずれも目標値を満足し、また空気量も目標値を満足した。

3.2 ブリーディング・凝結性状

ブリーディング量と凝結性状を表 5 に示す。膨張材と収縮低減剤を併用した調合 (Hyp+SH) 以外は、日本建築学会：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)・同解説に示される上限値の $0.3\text{cm}^3/\text{cm}^2$ 以下であった。表 5 より、収縮低減剤を添加した調合 (SH、Hyp+SH) で、ブリーディング量が増加し、凝結の始発時間、終結時間のいずれも 60 分前後遅延することがわかる。

表 5 ブリーディング量と凝結性状

項目	調合名					
	PL	Hyp	CSA	SH	Hyp+SH	
ブリーディング量 (cm^3/cm^2)	0.24	0.25	0.25	0.30	0.37	
凝結性状	始発時間 (分)	301	288	283	335	342
	終結時間 (分)	396	385	370	443	435

3.3 圧縮強度・ヤング係数

材齢 28 日における各コンクリートの標準養生供試体による圧縮強度は $37.1\sim 39.2\text{N}/\text{mm}^2$ で、膨張材や収縮低減剤の添加の有無にかかわらずほぼ同じであった。また、ヤング係数は、いずれも JASS5 (3.1) 式による算定値の 80% 以上であった。

3.4 初期膨張量・乾燥収縮ひずみ

初期膨張量測定結果を図 1 に示す。膨張材を添加した 3 調合とも約 250×10^{-6} の膨張ひずみが生じ、初期膨張ひずみは、膨張材単体 (Hyp) よりも膨張材と収縮低減剤の併用 (Hyp+SH) の方が約 40×10^{-6} 大きく、膨張材の種類については、CSA の方が Hyp より約 15×10^{-6} 大きかった。

乾燥開始から 26 週までの乾燥収縮ひずみ測定結果を図 2 に示す。Hyp+SH > SH > CSA \geq Hyp > PL の順で収縮低減効果があり、特に収縮低減効果が高い Hyp+SH と最も低い PL の差は約 280×10^{-6} であった。また、Hyp+SH のみ目標値である 500×10^{-6} をほぼ満足する結果となった。

また、質量減少率を図 3 に示すが、質量減少率は調合による差は少なく、膨張材や収縮低減剤の添加による影響は見られなかった。

4. 実験結果まとめ

本実験で得られた結果をまとめると、以下ようになる。

- ① いずれの調合もフレッシュ性状は目標値を満足したが、ブリーディング量および凝結性状は、収縮低減剤を添加した調合において、ブリーディング量が増加し、凝結時間が遅延する傾向が見られた。
- ② 圧縮強度およびヤング係数は、膨張材や収縮低減剤の添加による影響は見られなかった。

- ③ 初期膨張量と乾燥収縮ひずみの測定結果から、乾燥収縮ひずみの低減効果が最も高いのは、膨張材と収縮低減剤を併用した調合である。なお、膨張材の種類による低減効果に差は見られなかった。

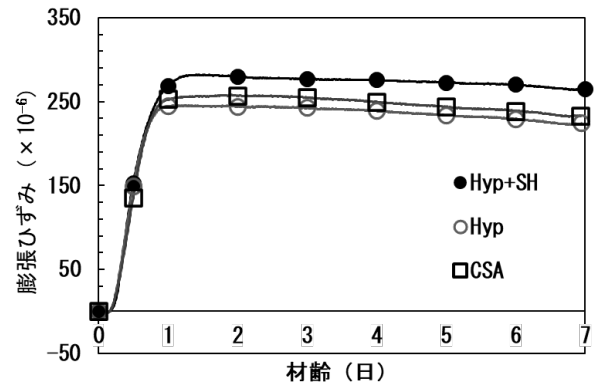


図 1 初期膨張量の測定結果

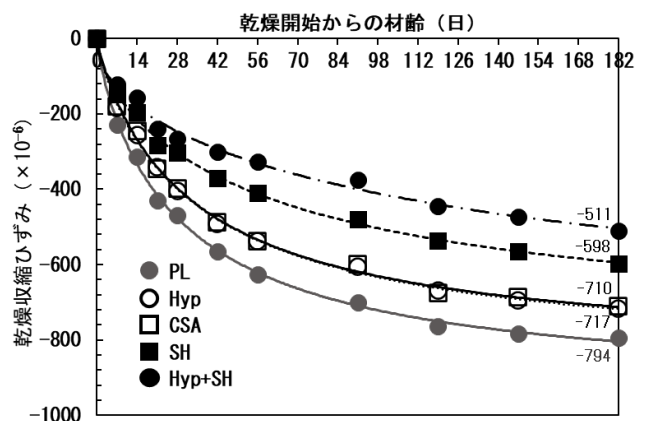


図 2 乾燥開始から 26 週までの乾燥収縮ひずみ

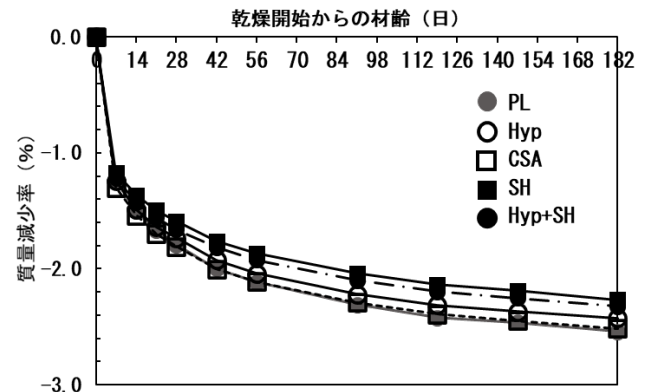


図 3 乾燥開始から 26 週までの質量減少率

5. 今後の課題

本研究の結果、今後、膨張材または収縮低減剤を用いたコンクリートを実施に向けて普及・展開するには、以下の課題を解決する必要があると考える。

- ① 膨張材による初期膨張量を含めた練上がりからの測定期間全体に及ぶ乾燥収縮ひずみの低減効果の定量化
- ② 静岡県産の各種川砂・川砂利によるコンクリートに対する最適な膨張材・収縮低減剤の種類と添加量の把握