

乾燥収縮を抑制した再生コンクリート床スラブの曲げ性状

日大生産工（院） ○ 鈴木由香里

日大生産工 師橋 憲貴

日大生産工 桜田 智之

1.はじめに 筆者らは、昨年度の日本大学生産工学部学術講演会において、乾燥収縮を抑制することを目的として再生コンクリート面材を想定した床スラブに乾燥収縮低減剤を添加し、乾燥収縮ひび割れ性状の検討を行った。また乾燥収縮ひび割れが発生していない材齢 5 週時の曲げ性状の検討を行った¹⁾。本研究は 1 年間床スラブを保存し乾燥収縮ひび割れ性状の観測を行うとともに、乾燥収縮低減剤を添加した再生コンクリート床スラブの曲げ性状について検討を行ったものである。

2.実験概要 表-1 に調合表を、また表-2 に使用した骨材の吸水率を示す。本研究で使

用した再生コンクリートは再生粗骨材 100%、天然砂 100%とした R シリーズと、再生粗骨材 100%、再生砂 100%とした FR シリーズの 2 種類である。各シリーズでは乾燥収縮低減剤の有無による影響を検討した。乾燥収縮低

減剤はグリコエーテル系であり、添加後のフレッシュコンクリートは、スランプと空気量が小さくなる傾向を示した¹⁾。図-1 に試験体形状を、また表-3 に床スラブのコンクリート種別を示す。床スラブの曲げ実験は乾燥収縮

表-1 調合表

シリーズ*	置換率	W / C (%)	単位質量(kg/m ³)			
			セメント	水	細骨材	粗骨材
R	R	58.0	316	183	814 (天然)	867 (再生)
	A-R					
FR	FR	54.0	354	191	713 (再生)	808 (再生)
	A-FR					

* A-R、A-FRは乾燥収縮低減剤を10kg/m³添加した試験体を表す。

表-2 使用した骨材の吸水率

シリーズ	吸水率 (%)	
	細骨材	粗骨材
R	1.80(天然)	4.55(再生)
FR	9.69(再生)	4.55(再生)

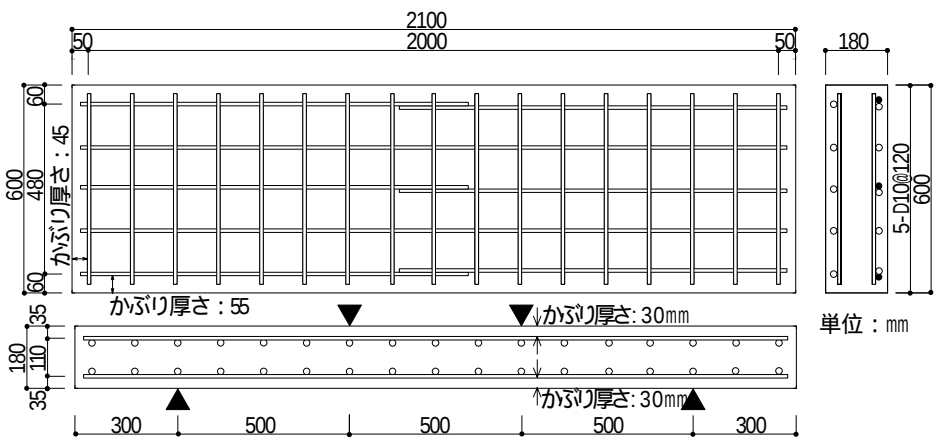


図-1 試験体形状

Flexural Properties of Floor Slab with Recycled Aggregate Concrete
reducing the Drying Shrinkage

Yukari SUZUKI, Noritaka MOROHASHI and Tomoyuki SAKURADA

ひび割れが発生していない材齢 5 週時と乾燥収縮ひび割れが発生した材齢 1 年経過時に行った。再生コンクリートと鉄筋の付着耐力の検討を行うため、下端筋は 3 本を重ね継手長さ 20db(200mm)の重ね継手を用い、残りの 2 本を通し筋とした。使用した鉄筋は D10 (SD295A) である。コンクリートは上面からの平打ちとした。また床スラブとともに JIS A 1129 コンクリートの長さ変化試験方法で用いられる 100mm×100mm×400mm の角柱供試体を床スラブと同時に作成し、乾燥収縮率の測定を行った。

3.再生コンクリートの物性

3.1 ヤング係数と圧縮強度の推移 図-2 にヤング係数と圧縮強度の推移を示す。乾燥収縮低減剤を添加した場合は、添加していない場合に比べ圧縮強度とヤング係数はとも高くなった。このことは乾燥収縮低減剤の添加により空気量が減少したため緻密な再生コンクリートになったことによるものと考えられる。またヤング係数の計測値は RC 規準式の値に比べ低い値となった。

3.2 乾燥収縮率の推移 図-3 に床スラブの 2 方向の乾燥収縮率の推移を、また図-4 に床スラブ(X 方向)と角柱供試体の乾燥収縮率の推移を示す。床スラブは X 方向(長辺方向)と Y 方向(短辺方向)の 2 方向について測定を行った。図-3 より床スラブは材齢 3 週目までは湿布養生を行ったため乾燥収縮率の増加が見られず、X 方向と Y 方向の乾燥収縮率の違いも見られなかった。材齢 1 年経過時には乾燥収縮低減剤を添加した床スラブは、添加していない場合に比べ僅かに乾燥収縮率が小さくなった。一方角柱供試体は打設後、約 1 週間水中養生してから基準の長さ(基長)を測定した。図-4 より R シリーズと FR シリーズともに乾燥収縮低減剤を添加した角柱供試体は添加していない場合に比べ乾燥収縮率が小さ

表-3 床スラブのコンクリート種別

試験体名*	シリーズ 骨材置換率(%)	タイプ	曲げ実験時の材齢
1)SR	R 再生粗骨材100 天然砂100	SR	5週
2)A-SR			
3)SRK		SRK	1年経過
4)A-SRK			
5)SFR	FR 再生粗骨材100 再生砂100	SFR	5週
6)A-SFR			
7)SFRK		SFRK	1年経過
8)A-SFRK			

* 試験体名のSは床スラブを、また試験体名のAは乾燥収縮低減剤を10kg/m³添加した試験体を表す。

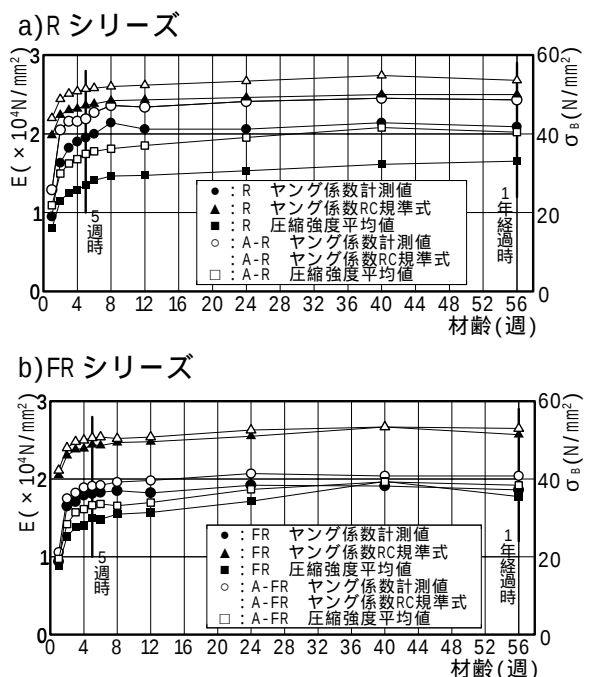


図-2 ヤング係数と圧縮強度の推移

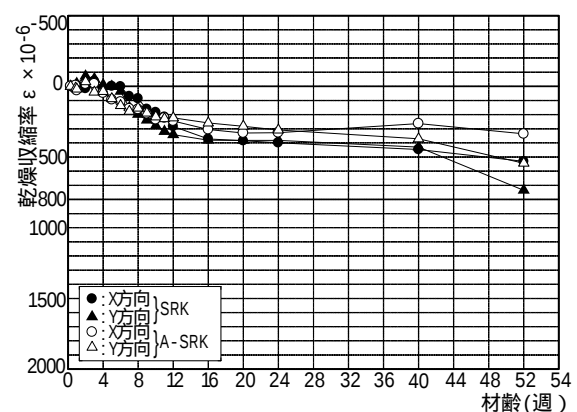


図-3 床スラブの乾燥収縮率の推移

くなった。また材齢 14 週目ごろから制限目標値 800×10^{-6} ²⁾ を上回る乾燥収縮率が見られた。材齢 1 年経過時では乾燥収縮低減剤を添加した角柱供試体は添加していない場合に比べ乾燥収縮率が小さくなった。床スラブは角柱供試体に比べ乾燥収縮率が小さい推移を示した。このことは、床スラブでは鉄筋が配筋されているため鉄筋の拘束の影響を受けたものと考えられる。

3.3 乾燥収縮ひび割れ性状 図-5 に乾燥収縮ひび割れ(材齢 1 年経過時)を例示する。材齢の経過に伴い乾燥収縮ひび割れは増加したが、材齢 1 年経過時であっても乾燥収縮低減剤を添加した床スラブは添加していない場合に比べ乾燥収縮ひび割れが少ない結果となった。既往の研究から、床スラブと同じ表面積の広い壁部材では乾燥収縮ひび割れは乾燥収縮率の影響を受けることが報告されている³⁾。床スラブでも乾燥収縮ひび割れは乾燥収縮率の影響を受けたことが考えられる。

4. 実験結果

4.1 最終破壊形状 表-4 に床スラブの曲げ実験の実験結果一覧を、また図-6 に最終破壊形状を例示する。側面の曲げひび割れは、床スラブの下端(引張縁)から発生し、上端に向けて進展した。底面では、面部材の短辺方向へ横切る曲げひび割れが発生した。再生砂を

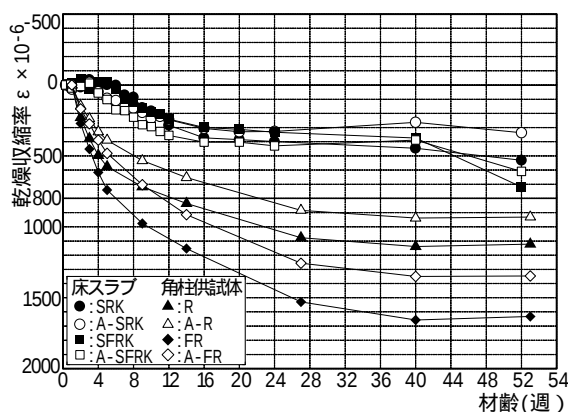


図-4 床スラブと角柱供試体の乾燥収縮率の推移

使用した FR シリーズの乾燥収縮低減剤を添加した床スラブ(A-SFRK)では底面において長辺方向の外側主筋付近に付着ひび割れが発生しており、重ね継手とした外側主筋が付着割

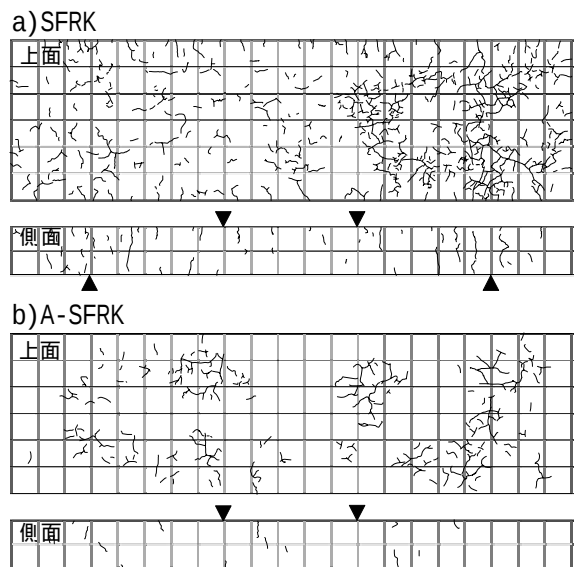


図-5 乾燥収縮ひび割れ(材齢 1 年経過時)

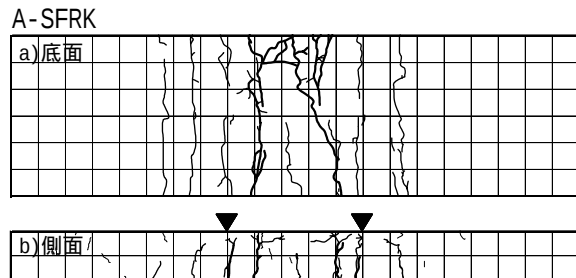


図-6 最終破壊形状

表-4 実験結果一覧

試験体名	σ_B (N/mm ²)	実験結果				
		降伏時		最終加力時		破壊形式
		Py (kN)	δ_y (mm)	Pmax (kN)	δ_{max} (mm)	
1) SR	27.5	57.0	3.89	78.8	40.02	F
2) A-SR	35.2	66.9	3.61	97.4	40.00	F
3) SRK	32.8	59.7	4.25	89.6	38.67	F
4) A-SRK	40.3	64.9	4.02	95.4	40.11	F
5) SFR	30.3	52.5	4.03	79.6	40.00	F
6) A-SFR	33.6	59.8	2.88	74.0*	38.04	FS
7) SFRK	34.8	59.2	5.28	89.4	40.11	F
8) A-SFRK	38.3	59.4	3.85	86.5*	48.08	FS

σ_B : コンクリートの圧縮強度

F: 曲げ破壊 FS: 曲げ降伏後の付着割裂破壊

* A-SFRの付着割裂破壊時の荷重69.9(kN), $\delta = 20.00$ (mm)

* A-SFRKの付着割裂破壊時の荷重90.1(kN), $\delta = 24.08$ (mm)

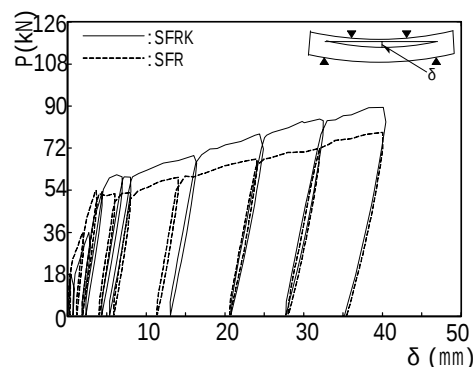
裂破壊したものと考えられる。

4.2 荷重 - 変位曲線 図-7 に荷重 - 変位曲線を例示する。加力は正側一方向の繰り返しとし、主筋応力度 $\sigma_t=100\text{N/mm}^2$ ずつ増加させ繰り返しを行った。部材降伏後は、部材降伏時の変位 δ_y を基に変位制御を行った。a) 図より乾燥収縮ひび割れが発生している材齢 1 年経過時の床スラブは部材降伏後、変位の増加とともに荷重も上昇した。また 1 年経過時における最終加力時の荷重は材齢 5 週時に比べ平均で約 17% 高くなる傾向を示した。このことは、材齢 1 年経過時のコンクリートの圧縮強度が 5 週時に比べ高くなったためと考えられる。b) 図より再生砂を使用した FR シリーズで乾燥収縮低減剤を添加した床スラブ (A-SFRK) は $\delta=24.08\text{mm}$ で付着割裂破壊が発生したが、急激な耐力低下には至らず耐力が低下した後の荷重は、乾燥収縮低減剤を添加していない床スラブ (SFRK) の最終荷重と同等であった。一方天然砂を使用した R シリーズで乾燥収縮低減剤を添加した床スラブ (A-SRK) は部材降伏後、変位の増加とともに荷重も上昇し、最終加力時まで付着割裂破壊は発生しなかった。

5. まとめ 乾燥収縮低減剤を添加し、乾燥収縮を抑制した再生コンクリート床スラブの材齢 1 年経過時における曲げ性状の検討を行った結果、本実験の範囲内で以下に示す知見が得られた。

- 1) 材齢 1 年経過時における角柱供試体の乾燥収縮率は乾燥収縮低減剤を添加した場合の方が小さく、また床スラブは乾燥収縮ひび割れの発生が少なくなる傾向が見られ、乾燥収縮低減剤の効果が認められた。
- 2) 再生砂を使用し乾燥収縮低減剤を添加した床スラブは部材降伏後、付着割裂破壊が発生したが、天然砂を使用し乾燥収縮低減剤を添加した場合は、部材降伏後の付着割裂

a) SFRK・SFR



b) SFRK・A-SFRK

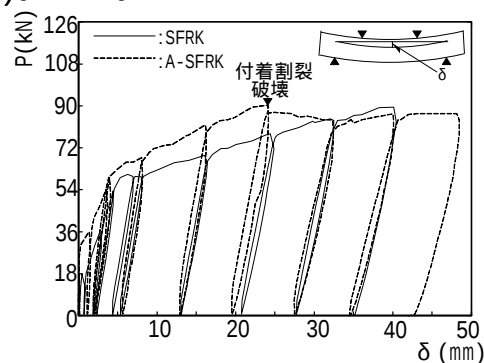


図-7 荷重 - 変位曲線

破壊は見られず最終加力時まで荷重も増加した。

以上、乾燥収縮低減剤の使用により、再生コンクリートの乾燥収縮率は小さくなるとともに乾燥収縮ひび割れの発生は少なくなった。今後は乾燥収縮率が乾燥収縮ひび割れに及ぼす影響について検討していきたい。

謝辞 本研究に際し、東京建設廃材処理協同組合 葛西再生コンクリート工場の細野知之氏をはじめ、株式会社フローリックの坂本健氏と鈴木良明氏に技術指導をしていただきました。ここに深謝いたします。

参考文献

- 1) 鈴木由香里・池田貴弘・師橋憲貴・桜田智之：再生コンクリートを用いた面部材の乾燥収縮ひび割れ性状、日本大学生産工学部第 36 回学術講演会 (2003-12-6)、pp.37-40
- 2) 日本コンクリート工学協会：廃棄物のコンクリート材料への再資源化研究委員会報告書、2003.6
- 3) 松村順也・小山明男・菊池雅史・鳥山隆文：再生骨材コンクリートの乾燥収縮ひび割れ性状に関する基礎的研究(その 1. RC 壁部材の乾燥収縮ひび割れ)、日本建築学会大会学術講演梗概集(東海) 2003.9、pp.245-246