

重ね継手を有する再生コンクリート床スラブの曲げ耐力

日大生産工 ○師橋 憲貴
日大生産工 桜田 智之

1. はじめに コンクリート塊から製造される再生骨材を用いた再生コンクリートの普及に向けて、コンクリート用再生骨材や再生骨材を用いたコンクリートのJISが規格化されてきている¹⁾。

筆者らは再生骨材の鉄筋コンクリート部材への適用について検討するため、吸水率が5%程度の再生粗骨材を用いた再生コンクリート床スラブに発生する乾燥収縮ひび割れ性状について報告した²⁾。本研究は全数重ね継手を有する床スラブを2年間保存し、乾燥収縮ひび割れが曲げ耐力に及ぼす影響について検討を行ったものである。

2. 実験概要 表-1 にコンクリートの調合表を、表-2 に使用した骨材の品質を示す。本研究で使

表-1 コンクリートの調合表

シリーズ	置換率	W/C (%)	単位質量 (kg/m ³)			
			セメント	水	粗骨材	細骨材
N	砕石 100% 天然砂 100%	63.5	287	182	940 (砕石)	① ②
						601 269
R	再生粗骨材 100% 天然砂 100%	58.0	316	183	867 (再生)	798 (天然)

①：千葉縣市原市万田野産(天然)
②：栃木県安蘇郡葛生産(天然)

表-2 骨材の品質

シリーズ		絶乾密度 (g/cm ³)	実積率 (%)	吸水率 (%)
N	砕石	2.70	60.0	0.76
	天然砂	① 2.53	66.9	1.61
		② 2.68	62.4	1.16
R	再生粗骨材	2.32	61.7	5.05
	天然砂	2.47	65.6	2.76

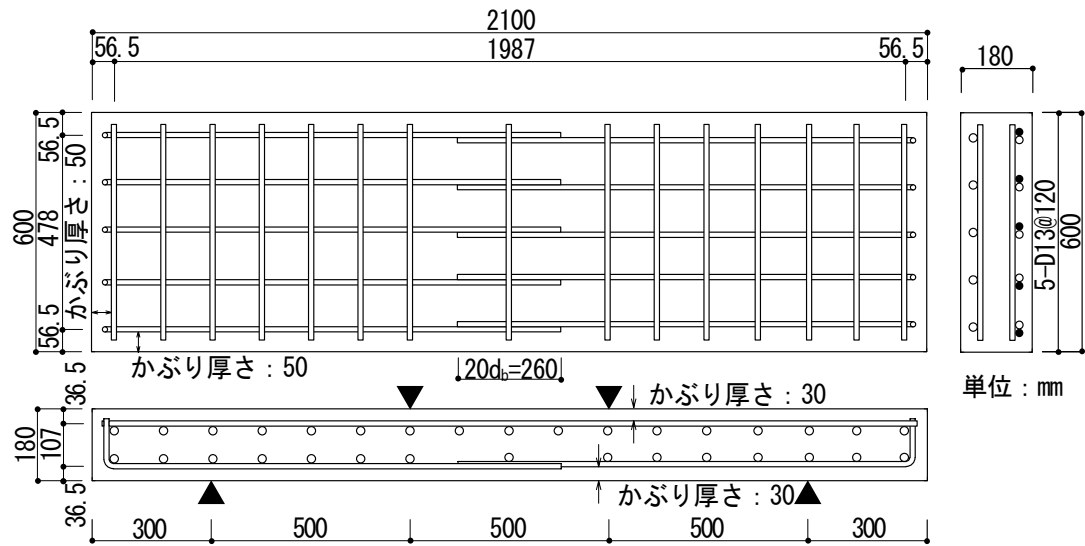


図-1 試験体形状 (20SNKK, 20SRKK, A-20SRKK)

リートのNシリーズと再生粗骨材を使用した再生コンクリートのRシリーズである。再生粗骨材はコンクリート塊をジョークラッシャーで破碎し製造されたもので、吸水率は5.05%であった。図-1に試験体形状を例示する。上面と下面の主筋表面からのかぶり厚さは30mmで、コンクリートは上面からの平打ちとした。主筋はダブル配筋とし、上端・下端とも5-D13を使用した。また全数重ね継手の重ね継手長さが曲げ性状に与える影響を検討するため下端の主筋は重ね継手長さを10db(130mm), 20db(260mm), 30db(390mm)(db:主筋の公称直径)と変化させた。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ひび割れが発生していない材齢5週時と、長期間の材齢を考慮して2年経過時に行った。2年経過時に曲げ実験を行った床スラブは、約4ヶ月おきに乾燥収縮ひび割れの観察を行った。再生コンクリート床スラブの重ね継手長さが20dbの試験体には、グリコールエーテル系の乾燥収縮低減剤10kg/m³を現場添加した試験体(A-20SRKK)も作成した。

3. コンクリート強度およびヤング係数の推移

図-2に圧縮強度の推移を、また図-3にヤング係数の実測値の推移を示す。圧縮強度は普通コンクリートのNシリーズと再生コンクリートのRシリーズとともに材齢24週(約半年)までは材齢の経過にともなう圧縮強度の増加が顕著であったが、その後1年から2年に至るまでは増加が僅かであった。ヤング係数の実測値の推移はNシリーズに比べRシリーズは低い値となっていた。これは再生コンクリートの単位容積重量が普通コンクリートに比較して小さいためと考える。

4. 実験結果 表-4に実験結果一覧を示す。床スラブの破壊形式は、重ね継手長さが10dbの場合は曲げ降伏前の付着割裂破壊、20dbと

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	重ね継手長さ ℓ _s
1) 10SN	N 碎石100 天然砂100	SN	5週時	10d _b
2) 20SN				20d _b
3) 30SN				30d _b
4) 10SNKK		SNKK	2年経過時	10d _b
5) 20SNKK				20d _b
6) 30SNKK				30d _b
7) 10SR	R 再生粗骨材100 天然砂100	SR	5週時	10d _b
8) 20SR				20d _b
9) 30SR				30d _b
10) A-20SR				20d _b
11) 10SRKK		SRKK	2年経過時	10d _b
12) 20SRKK				20d _b
13) 30SRKK				30d _b
14) A-20SRKK				20d _b

*主筋はD13(SD295A)を使用。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。

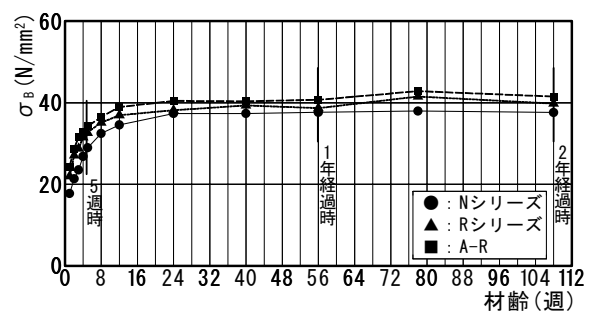


図-2 圧縮強度の推移

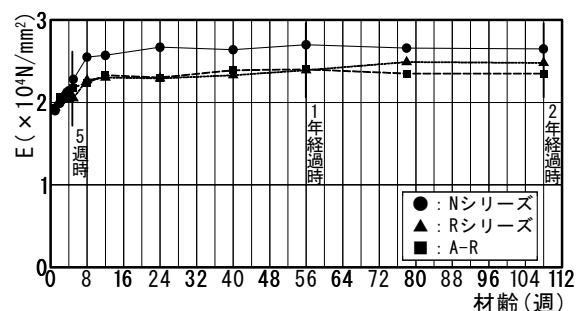


図-3 ヤング係数の推移(実測値)

30dbは曲げ降伏が確認された。また再生コンクリート床スラブで20dbの場合は曲げ降伏後付着割裂破壊が発生した。

4.1 乾燥収縮ひび割れ性状 図-4に材齢2年経過時の乾燥収縮ひび割れを例示する。普通コンクリートを用いた床スラブはほとんど乾

表-4 実験結果一覧

試験体名	σ_B (N/mm ²)	実験結果				
		降伏時		最大荷重時		破壊形式
		Py (kN)	δ_y (mm)	Pmax (kN)	δ_{max} (mm)	
1) 10SN	28.2	—	—	108.8 [*]	4.25	S
2) 20SN		109.6	3.36	144.1	28.05	F
3) 30SN		120.5	3.68	153.8	20.14	F
4) 10SNKK	37.6	—	—	106.8 [*]	4.19	S
5) 20SNKK		112.8	4.51	149.1	25.02	F
6) 30SNKK		110.0	3.81	152.6	33.16	F
7) 10SR	32.4	—	—	96.8 [*]	4.10	S
8) 20SR		109.4	3.87	147.7	32.03	FS
9) 30SR		109.4	3.53	155.8	30.29	F
10) A-20SR	34.3	109.3	3.89	154.7	28.14	FS
11) 10SRKK	39.8	—	—	81.0 [*]	3.84	S
12) 20SRKK		109.9	4.96	135.3	28.00	FS
13) 30SRKK		109.8	4.01	157.9	30.00	F
14) A-20SRKK	41.5	113.0	4.66	138.8	19.99	FS

σ_B : コンクリートの圧縮強度 S: 曲げ降伏前の付着割裂破壊

F: 曲げ破壊 FS: 曲げ降伏後の付着割裂破壊

*: 付着割裂強度 1) 10SN 8.33N/mm²

2) 10SNKK 8.18N/mm²

$\tau_{u \text{ exp.}}$ 7) 10SR 7.41N/mm²

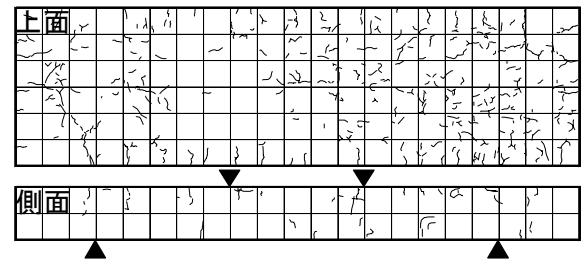
11) 10SRKK 6.20N/mm²

乾燥収縮ひび割れは発生が認められなかった。

図 a) に示すように再生コンクリートを使用した床スラブは材齢 1 年経過時まで微細な乾燥収縮ひび割れが多数発生したが, 1 年から 2 年に至るまでは乾燥収縮ひび割れの発生の増加は少なかった。図 b) に示すように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較して, 乾燥収縮ひび割れの発生は少なく乾燥収縮が抑制されたものとする。

4.2 最終破壊形状 図-5 に最終破壊形状を例示する。底面の破壊形状は見上げて観察した結果を示した。側面の曲げひび割れは, 床スラブの下端(引張縁)から上端(圧縮縁)に向けて進展し, 圧縮縁付近では圧縮破壊が認められた。図 a) および図 b) はともに再生コンクリート床スラブで 20db の試験体であるが, 曲げ降伏後の付着割裂破壊の発生により底面中央の側面に近い重ね継手の主筋に付着ひび割れが観察された。また乾燥収縮低減剤を添加し

a) 20SRKK



b) A-20SRKK

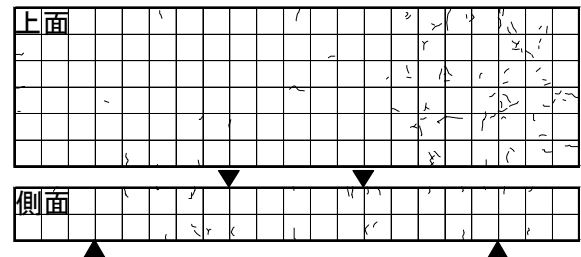
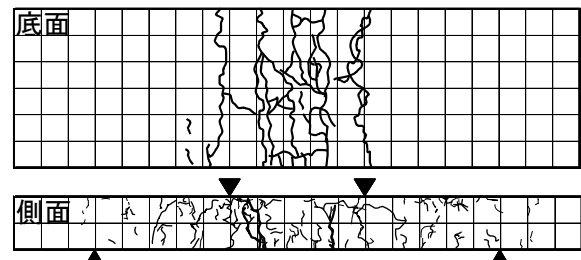


図-4 乾燥収縮ひび割れ(材齢 2 年経過時)

a) 20SRKK



b) A-20SRKK

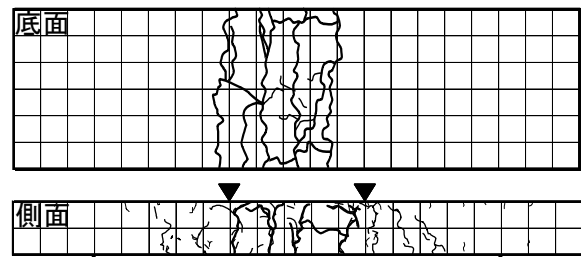


図-5 最終破壊形状(材齢 2 年経過時)

た床スラブ(A-20SRKK)に最終破壊形状の違いは認められなかった。

4.3 荷重-変位曲線 図-6 に 5 週時と 2 年経過時を比較した荷重-変位曲線を例示する。加力は正側一方向の繰返しとし, 主筋の応力度を $\sigma_t = 100\text{N/mm}^2$ ずつ増加させた。部材降伏後は降伏変位 δ_y を基に変位制御とした。普

通コンクリートのNシリーズと再生コンクリートのRシリーズはともに5週時と2年経過時は曲げ降伏後曲げ耐力が緩やかに増加する傾向が認められた。またRシリーズでは乾燥収縮ひび割れが曲げ耐力に与える影響はほとんど認められなかった。

図-7に2年経過時のNシリーズとRシリーズの荷重-変位曲線を示す。重ね継手長さが20dbの試験体はNシリーズでは部材降伏後付着割裂破壊が認められなかったが、Rシリーズでは変位30mm付近で付着割裂破壊が発生し曲げ耐力が低下した。

5. まとめ 全数重ね継手を有する床スラブを2年間保存し、曲げ耐力について検討を行った結果、本実験の範囲で以下に示す知見が得られた。

- 1) 再生コンクリートを使用した床スラブは材齢1年経過時まで乾燥収縮ひび割れが多数発生したが、その後2年に至るまでの増加は少なかった。
- 2) 再生コンクリートを使用した場合も床スラブの曲げ耐力は、曲げ降伏後緩やかに増加し、乾燥収縮ひび割れが曲げ耐力に与える影響はほとんど認められなかった。

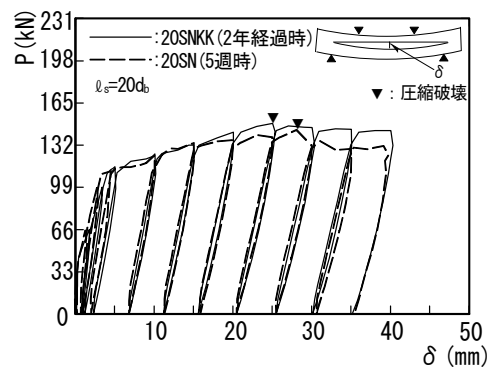
謝辞

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より再生コンクリートを供与していただきました。また、混和剤メーカーのF社には乾燥収縮低減剤の使用にあたりご協力を賜りました。ここに記して感謝を申し上げます。

参考文献

- 1) (社)日本コンクリート工学協会：コンクリート用再生骨材の普及促進に関するシンポジウム，2005年9月22日
- 2) 鈴木由香里，河井久直，池田貴弘，師橋憲貴，桜田智之：乾燥収縮を抑制した再生コンクリート構造部材ーその1 面部材の乾燥収縮ひび割れ性状ー，日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道)，2004年8月，pp. 393-394

a) N シリーズ



b) R シリーズ

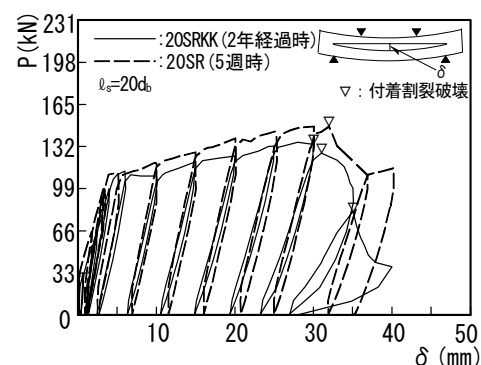
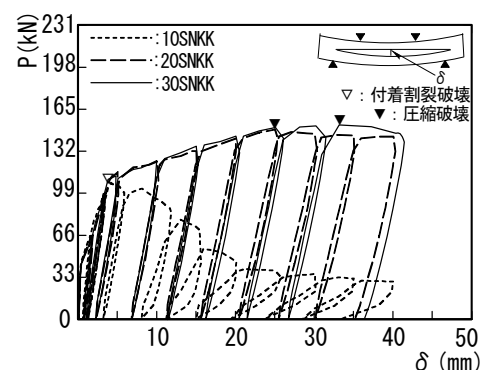


図-6 荷重-変位曲線
(5 週時と 2 年経過時の比較)

a) N シリーズ



b) R シリーズ

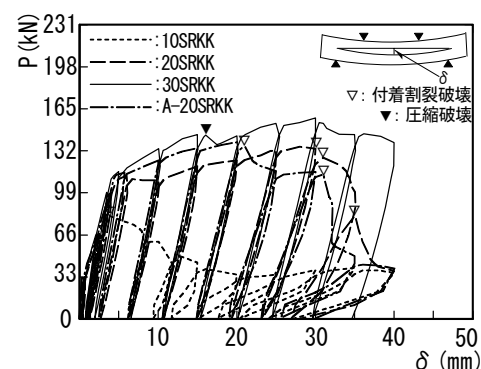


図-7 荷重-変位曲線(材齢 2 年経過時)