

材齢2年を経過した再生コンクリート梁部材の長期乾燥収縮性状

日大生産工（院） ○金子 皓樹

日大生産工 師橋 憲貴

日大生産工 桜田 智之

1. はじめに 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¹⁾によると、ひび割れ幅 0.3 mmを最大ひび割れ幅制御目標値としている。これは、ひび割れを制御し、長期に渡ってコンクリート構造物に対して有害な雨水や塩分が鉄筋に到達すること防ぐことにより、建築物を長期に渡って使用することを目指している。従って、コンクリートの乾燥収縮性状を検討することは、建物の長寿命化にとって重要と考える。

再生コンクリートは平均吸水率が高く、乾燥収縮が大きい。そこで、本研究では、骨材に中品質程度の再生粗骨材を適用し、長期的乾燥収縮性状について検討することとした。筆者ら^{2),3),4)}により、細骨材にごみ溶融スラグを天然砂に対して置換して使用すると、乾燥収縮率を抑制できることが明らかになっている。従って、乾燥収縮率を下げる目的でごみ溶融スラグを用いた梁試験体を作製し、材齢2年経過時までの再生コンクリート梁部材の乾燥収縮性状に関して比較検討する。

2. 実験概要 表-1 に試験体詳細を示す。本研究では、長期に渡り乾燥収縮性状と付着性状に関して検討するため各シリーズに対して、試験体を3体作製し、材齢5週、1年、2年用とした。骨材は、粗骨材の砕石に対する置換率を再生粗骨材50%として固定し、細骨材に天然砂、ごみ溶融スラグを用い、それぞれの置換率を変化させた。

表-1 試験体詳細

シリーズ	梁部材 試験体名	粗骨材 置換率	細骨材 置換率	載荷時期
RM25S	RM25S ³⁾	砕石 50% 再生粗骨材 50%	天然砂 75%	5週経過時
	RM25S1K ³⁾		ごみ溶融スラグ 25%	1年経過時
	RM25S2K ⁴⁾			2年経過後
RM50S	RM50S ³⁾		天然砂 50%	5週経過時
	RM50S1K ³⁾		ごみ溶融スラグ 50%	1年経過時
	RM50S2K ⁴⁾			2年経過後
RM75S	RM75S ³⁾		天然砂 25%	5週経過時
	RM75S1K ³⁾		ごみ溶融スラグ 75%	1年経過時
	RM75S2K ⁴⁾			2年経過後
RM100S	RM100S ³⁾		ごみ溶融スラグ 100%	5週経過時
	RM100S1K ³⁾			1年経過時
	RM100S2K ⁴⁾			2年経過後

重ね継手長さ $\ell_s=30d_b=570\text{mm}$ 共通 $b\times D=300\times 300\text{mm}$ 共通

表-2 コンクリートの調合

シリーズ	W/C (%)	単位質量 (kg/m ³)						
		水	セメント	粗骨材		細骨材		
				砕石	再生	天然	再生	スラグ
RM25S	65.0	184	283	473	424	653	-	238
RM50S	72.5	184	254	473	424	448	-	490
RM75S	65.0	184	283	473	424	218	-	713
RM100S	69.4	184	265	473	424	-	-	968

表-3 骨材の品質

シリーズ	骨材	表乾密度 (g/cm ³)	実積率 (%)	吸水率 (%)
RM25S RM75S	砕石	2.72	60.9	0.74
	再生粗骨材	2.47	61.7	4.58
	天然砂	2.59	68.3	1.85
	ごみ溶融スラグ	2.82	61.3	0.96
RM50S RM100S	砕石	2.74	63.8	0.77
	再生粗骨材	2.33	61.8	5.40
	天然砂	2.54	66.2	2.05
	ごみ溶融スラグ	2.82	61.3	0.38

2.1 調合 表-2 にコンクリートの調合を示し、表-3 にコンクリートに用いた骨材の品質を示す。調合はすべて、スランプ $18\pm 2.5\text{cm}$ 、空気量 $4.5\pm 1.5\%$ を目標として調合を行った。再生骨材に関しては概ね、再生骨材 M 程度の

Long Term Drying Shrinkage Properties of
Recycled Aggregate Concrete Beam pass 2 Years.

Hiroki KANEKO, Noritaka MOROHASHI and Tomoyuki SAKURADA

ものを用いた。ごみ溶融スラグは JIS 規格を満たしたものを使用している。

2.2 試験体形状 図-1 に試験体断面、図-2 に試験体形状、図-3 に梁試験体の乾燥収縮率を測定するためのゲージプラグ設置位置を示す。試験体は、300 mm×300 mm×3000 mm の RC 梁試験体とし、梁試験体中央部下端筋(4-D19)に重ね継手区間(重ね継手長さ 570 mm)を設けた。また、重ね継手区間は、pw=0%とし、横補強筋は配筋していない。

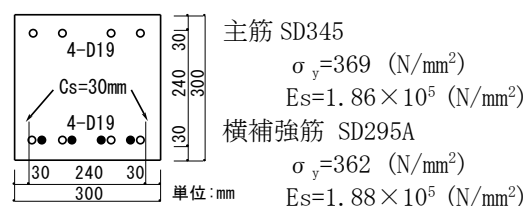


図-1 試験体断面

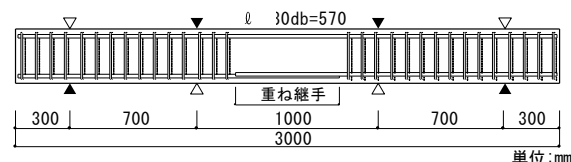


図-2 試験体形状

3. 乾燥収縮性状

3.1 乾燥収縮率 梁試験体に打設したコンクリートを用いて、それぞれのシリーズに対して、100 mm×100 mm×400 mmの長さ変化試験体を各3体作成し、コンクリート打設後に1週間水中養生した後、ゲージプラグを取り付け、湿度 60±5%、室温 20±2℃の恒温恒湿室にて保存し、2年間定期的に測定を行った。乾燥収縮率は、作製した3体の長さ変化試験体の平均値を示している。また、梁試験体の乾燥収縮率に関して検討するため、梁試験体の2面(上面・側面)にそれぞれ3か所、ゲージプラグを取り付け、測定を行った。ゲージプラグは、コンクリート打設後1週間の湿布養生を経た後、脱型を行い、2週間水中養生し、水中養生を解除した当日に取り付け、基長を行い、実験棟内の気中に保存した。

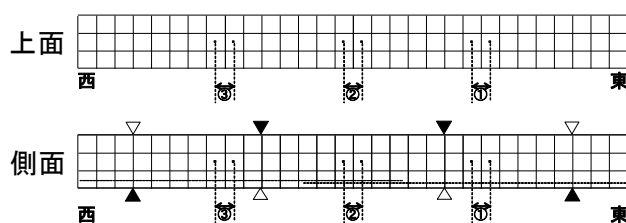


図-3 梁試験体の乾燥収縮率測定箇所

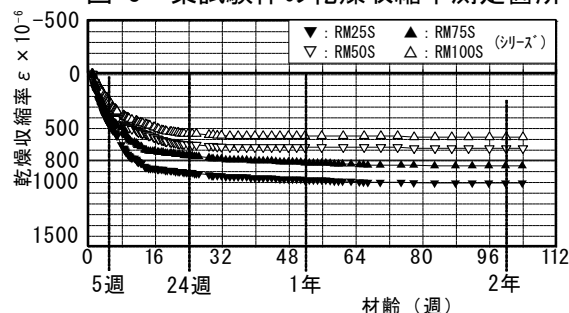


図-4 長さ変化試験体の乾燥収縮率

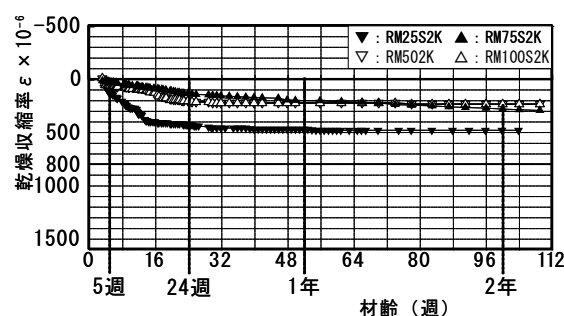


図-5 梁試験体の乾燥収縮率

シリーズが RM75S シリーズよりも乾燥収縮率が低下したものとする。

図-5 に梁試験体の乾燥収縮率を示す。乾燥収縮率は、すべての試験体で、800 μ を下回った。また、RM25S2K は、RM50S2K、RM75S2K、RM100S2K よりも乾燥収縮率は材齢 2 年経過時において、200 μ ほど大きくなる結果となった。

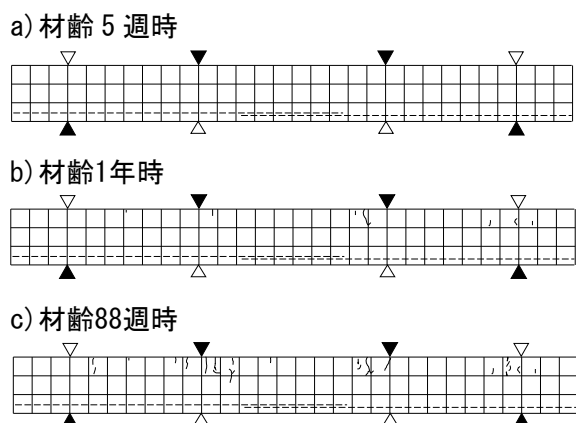


図-6 乾燥収縮ひび割れの発生状況
(RM25S2K材齢5週-1年-88週)

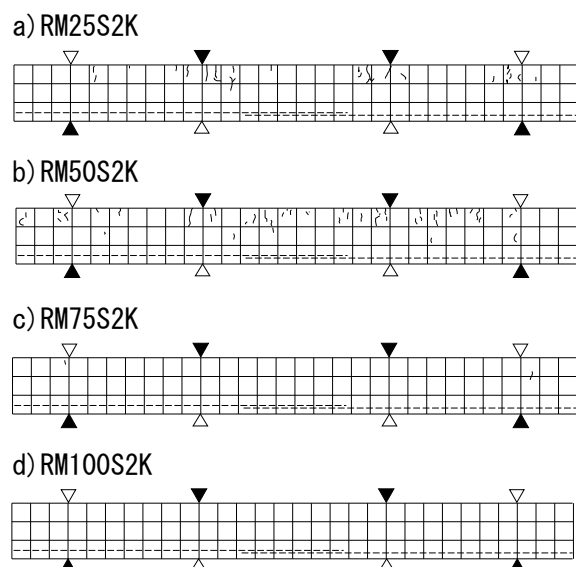


図-9 乾燥収縮ひび割れ発生状況(材齢2年)

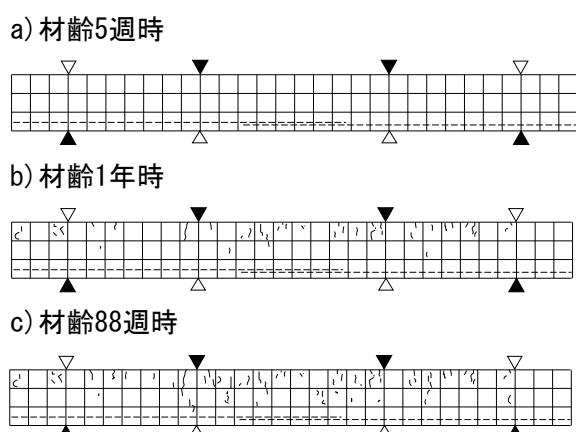


図-7 乾燥収縮ひび割れの発生状況
(RM50S2K材齢5週-1年-88週)

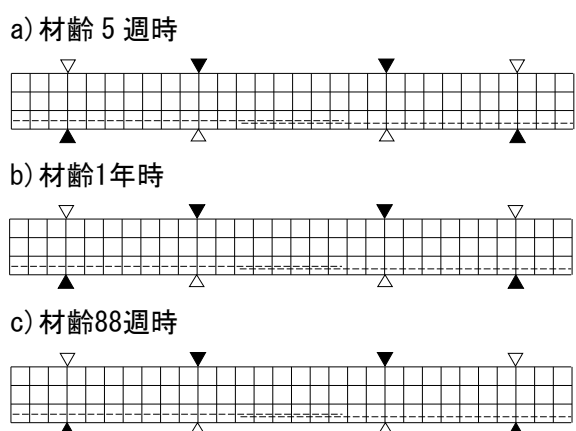


図-8 乾燥収縮ひび割れの発生状況
(RM100S2K材齢5週-1年-88週)

3.2 乾燥収縮ひび割れの発生状況 図-6、図-7、図-8 に RM25S2K、RM50S2K、RM100S2K の材齢 5 週時、材齢 1 年時、材齢 88 週時の乾燥収縮ひび割れの発生状況を例示する。図-6、図-7 より、乾燥収縮ひび割れは、材齢 5 週時から材齢 1 年時に至る間に多くの乾燥収縮ひび割れが発生し、材齢 1 年時から材齢 2 年時では、ほとんど乾燥収縮ひび割れの増加はみられない。これは、図-5 梁試験体の乾燥収縮率から分かるように、乾燥収縮率が 24 週ぐらいまで、急激に上昇したことによるものと考えられる。従って、図-6、図-7 において乾燥収縮ひび割れは、材齢 5 週時から材齢 1 年時で増え、材齢 1 年時から材齢 2 年時では、ほとんど乾燥収縮ひび割れの増加は見られないと考えられる。図-8 において、RM100S は乾燥収縮率制御効果のあるごみ熔融スラグを細骨材に 100% 用いたため乾燥収縮ひび割れの発生は確認されなかった。

図-9にRM25S2K、RM50S2K、RM75S2K、RM100S2Kの材齢2年時における乾燥収縮ひび割れの発生状況を示す。RM75S2KとRM100S2Kは2年経過時に至っても、乾燥収縮ひび割れは確認されなかった。これは、粗骨材と細骨材の平均吸

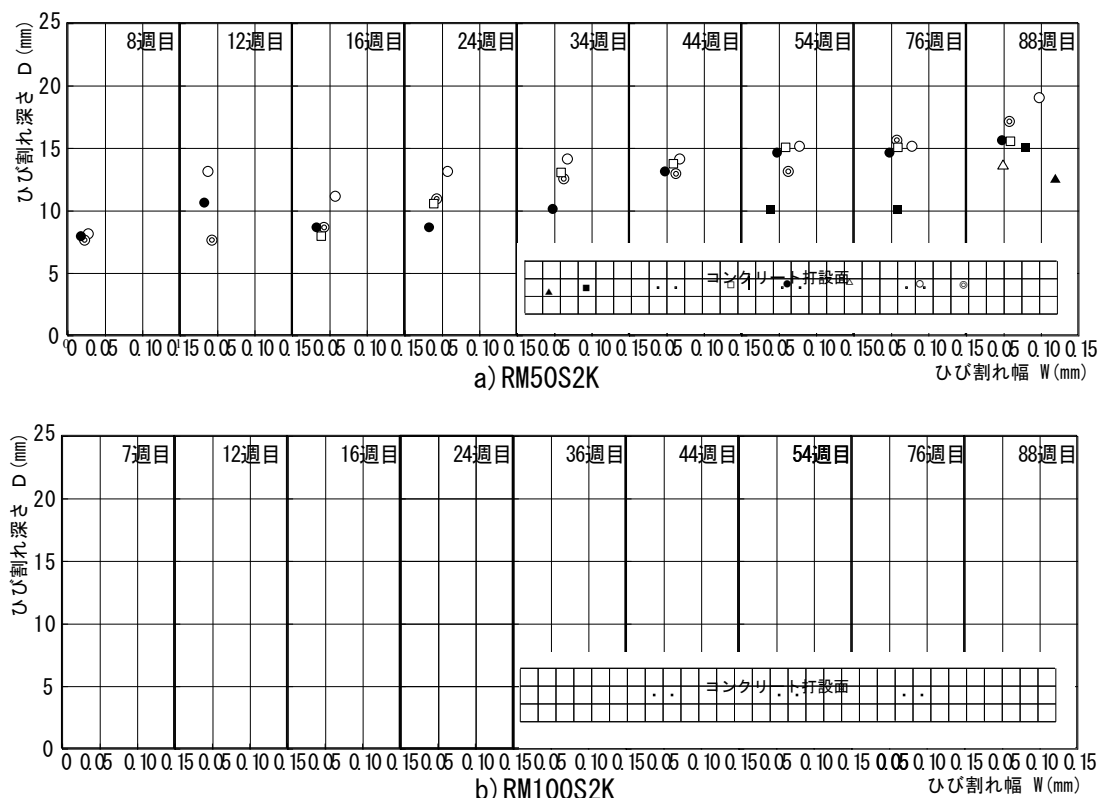


図-10 乾燥収縮ひび割れの深さと幅の関係

水率が低いためと考える。RM25S2KとRM50S2Kは、乾燥収縮ひび割れの発生が見受けられるが、双方でひび割れ本数、発生場所に大きな差は見られない。

図-10にRM50S2KとRM100S2Kの乾燥収縮ひび割れの深さと幅の関係を例示する。RM50S2Kでは、ひび割れ幅の上昇とともに、ひび割れ深さは徐々に深くなっていくことが分かる。RM100S2Kは、材齢2年に至るまで乾燥収縮ひび割れの発生が認められなかったためデータのプロットは示されていない。

4. まとめ 本研究の範囲内で以下の知見が得られた。

- 1) 材齢2年経過後においても、骨材の平均吸水率によるが、ごみ溶融スラグを置換することにより、乾燥収縮率は抑制されることが認められた。
- 2) ごみ溶融スラグを置換することにより、乾燥収縮率を抑制できるが、乾燥収縮ひび割れも、材齢2年経過後において、多く置換す

ることにより減少することが分かった。

- 3) 乾燥収縮ひび割れの幅の増加とともに、深さは徐々に増加することが分かった。

今後、長期乾燥収縮性状を考慮した付着性状について検討を行う予定である。

謝辞

習志野市芝園清掃工場にはごみ溶融スラグの使用を快諾して下さい、葛西再生コンクリート工場には再生骨材を供与していただきました。ここに記して御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 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、2010年4月30日
- 2) 金子皓樹，師橋憲貴，桜田智之：置換率の異なるごみ溶融スラグを適用したRC梁部材の付着性状，日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸)，2010年9月，pp. 689-690
- 3) 師橋憲貴，桜田智之，三橋博巳：再生コンクリートの細骨材としてごみ溶融スラグを用いた梁部材の付着特性に関する実験的研究，構造工学論文集，Vol. 50B，pp. 15-21，2011.3
- 4) 金子皓樹，師橋憲貴，桜田智之：置換率の異なるごみ溶融スラグを適用したRC梁部材の付着性状—2年経過後の付着割裂強度—，日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)，2011年8月，pp. 259-260