

乾燥収縮対策工を施したコンクリートの実環境下における収縮挙動

(公財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○奥西 淳一 岡本 大 谷村 幸裕

1. はじめに

乾燥収縮が主要因と想定される初期ひび割れは、鉄道RCラーメン高架橋の分割施工時に1期施工コンクリートに拘束された2期施工コンクリートに発生する場合などがある。

実環境下におけるコンクリートの収縮挙動として、降雨や日射などの環境条件がコンクリートの収縮に及ぼす影響は検討されているが¹⁾、環境条件が乾燥収縮対策工の効果に及ぼす影響は明確にされていない。

そこで本稿では、環境条件と乾燥収縮対策工をパラメーターとした要素試験を実施した。

2. 試験概要

試験は、乾燥収縮試験および収縮ひび割れ評価試験を実施した。乾燥収縮試験は、100×100×400mmの角柱コンクリート試験体を製作し、JIS A 1129-1 に準じて長さ変化を測定した。収縮ひび割れ評価試験は、図-1 に示す100×100×1500mmの鉄筋コンクリート試験体を製作し、試験区間の鉄筋ひずみから(1)式によりコンクリート応力を算定した²⁾。

$$\sigma_c = -(E_s \times \varepsilon_s \times A_s) / A_c \quad (1)$$

ここに、 σ_c :コンクリート応力(N/mm²)、 E_s :鋼材の弾性係数(N/mm²)、 ε_s :鋼材のひずみ、 A_s :鋼材の中央部断面積(mm²)、 A_c :コンクリートの純断面積(mm²)である。

試験ケースは、表-1 に示すように乾燥収縮対策工と環境条件を組み合わせた6ケースとした。乾燥収縮対

策工は、収縮低減剤の塗布³⁾および膨張材の混入とし、環境条件は、気温 20±2°C、湿度 60±5%の恒温恒湿環境下および日射と降雨の影響を受ける屋外の実環境下とした。各試験体におけるコンクリートの配合は同一の配合とし、膨張材はセメントの内割で混入した。

試験体の製作状況を次に示す。乾燥収縮試験体は、材齢1日で脱型、材齢7日まで標準養生とし、材齢8日目に基長をとり、各環境条件下に設置した。収縮ひび割れ評価試験体は、打ち込み直後に各環境条件下に設置し、打設7日後に脱型した。なお、収縮ひび割れ評価試験体の実環境下における日平均気温および日平均湿度を図-2 に示す。

3. 試験結果

3.1 乾燥収縮試験結果

乾燥収縮試験結果を図-3 に示す。No.3 は No.1 と比較して収縮ひずみは100μ程度小さく、No.4 は No.2 とほぼ同一の収縮挙動であった。このように、収縮低減剤を塗布した試験体は、恒温恒湿環境下では100μ程度の収縮低減効果を確認したが、実環境下では明確な収縮低減効果を確認出来なかった。また、No.5、No.6 は、No.1、No.3 とほぼ同一の収縮挙動である。これは、基長の測定時期が材齢8日でありコンクリートの膨張が終了後しているためである。なお、全試験体について、実環境下における収縮ひずみは、恒温恒湿環境下における収縮ひずみと比較して小さい結果となった。

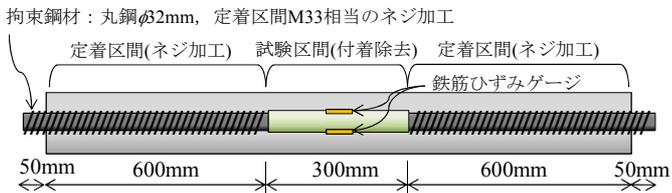
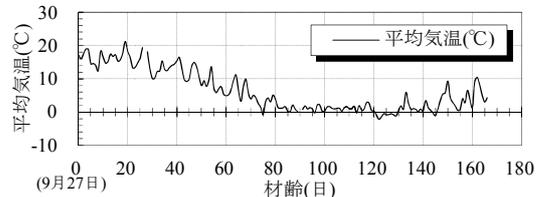


図-1 収縮ひび割れ評価試験体

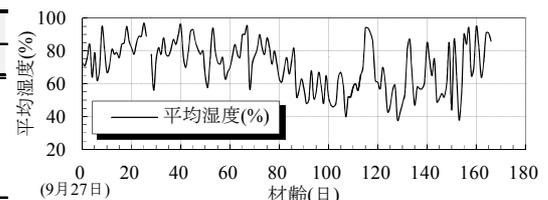
表-1 試験体一覧

試験体	乾燥収縮対策工	環境条件	W/B (%)	S/a (%)	単位量(kg/m ³)				
					C	W	S	G	E
No.1	無対策	恒温恒湿	50	45	332	166	807	1023	-
No.2		屋外							
No.3	収縮低減剤	恒温恒湿							
No.4	塗布	屋外			312				
No.5	膨張材	恒温恒湿			20				
No.6	混入	屋外							

*C:セメント,W:水,S:粗骨材,G:細骨材,E:膨張材,W/B:水結合材比,S/a:細骨材率



(a) 日平均気温



(b) 日平均湿度

図-2 収縮ひび割れ評価試験の屋外温湿度

キーワード 乾燥収縮, ひび割れ, 環境条件, 膨張材, 収縮低減剤

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財)鉄道総合技術研究所 TEL(042)573-7281

3.2 収縮ひび割れ評価試験結果

収縮ひび割れ評価試験結果を図-4に示す。恒温恒湿環境下における各試験体のひび割れ発生日数は、No.1のひび割れ発生16日と比較してNo.3は28日、No.5は43日であり、各対策工によりひび割れ発生日が遅延することを確認した。また、ひび割れ発生応力は、ひび割れ発生材齢が遅いほど大きいことが、表-2に示す圧縮強度のばらつきは1割程度であり、各試験体強度がひび割れ発生日の比較に与える影響は小さいと考えられる。

実環境下では、恒温恒湿環境下と比較してコンクリートの引張応力が小さく、全試験体にひび割れは発生しなかった。No.2とNo.4のコンクリート応力推移は類似した挙動を示し、No.6は、No.2、No.4と比較してコンクリートの引張応力は小さい結果となった。これらから本試験の範囲では、収縮低減剤の塗布による収縮低減効果は確認出来なかったが、膨張材による対策工は材齢初期に生じた膨張効果によりコンクリートの引張応力が減少した。

実環境下で収縮が低減する環境要因として、図-4に示す降雨観測日と実環境下におけるコンクリート応力の関係から、降雨日に引張応力は小さくなる傾向を示し、図-2に示す温湿度と図-4に示すコンクリート応力の相関は小さいことから、実環境下における乾燥収縮は、降雨の影響を大きく受けことを把握した。

4. まとめ

乾燥収縮対策工と環境条件をパラメーターとした試験を行い、本試験の範囲から以下の知見を得た。

- ・収縮低減剤の塗布による対策工は、恒温恒湿環境下では収縮低減効果を確認したが、実環境下では明確な効果は確認出来なかった。
- ・収縮ひび割れ評価試験において、膨張材の混入による対策工は、恒温恒湿環境下および実環境下において材齢初期に生じた膨張効果により収縮低減効果を確認した。
- ・実環境下におけるコンクリートの収縮は、恒温恒湿環境下と比較して全体的に小さかった。これは、温湿度より降雨による影響が大きいと考えられる。

参考文献

1) 浅本晋吾, 大塚歩, 三浦千佳子, 桑原勇太: 実環境下におけるコンクリートの収縮, 収縮ひび割れ挙動に関する検討, コンクリート工学論文集 第21巻第2号 2010.5

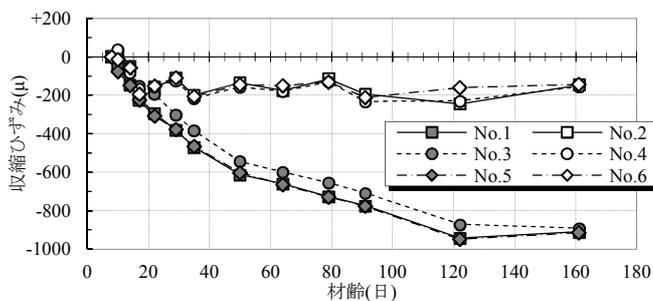
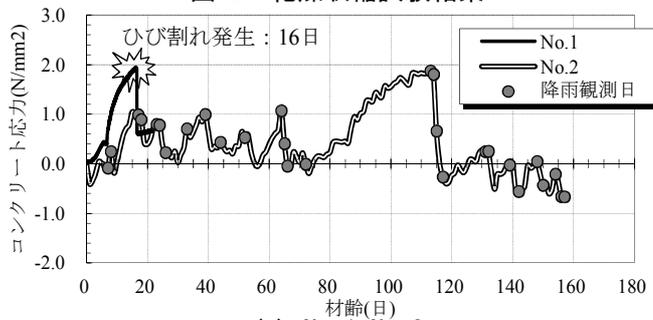
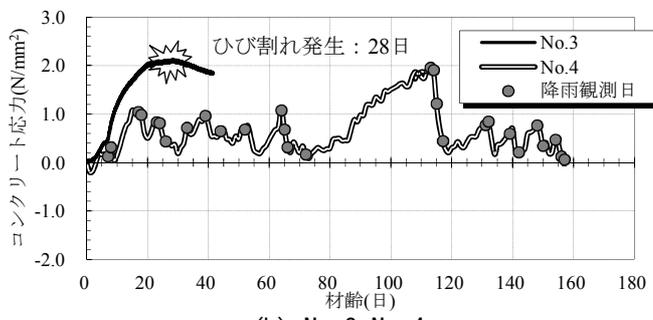


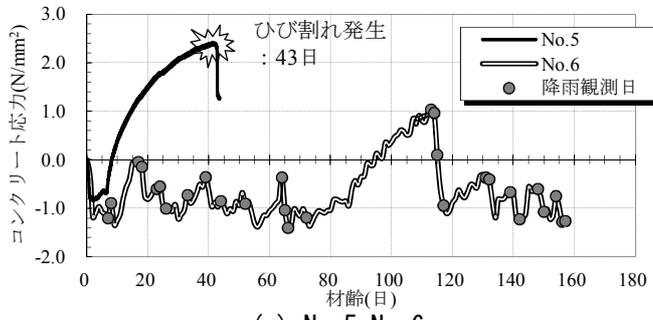
図-3 乾燥収縮試験結果



(a) No. 1, No. 2



(b) No. 3, No. 4



(c) No. 5, No. 6

図-4 収縮ひび割れ評価試験結果

表-2 強度試験結果

試験体	材齢14日		材齢28日	
	圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	静弾性係数 (kN/mm ²)
No.1	32.9	28.5	37.3	29.1
No.2	32.2	30.1	35.2	29.7
No.3	34.6	30.5	37.3	31.5
No.4	31.2	29.8	32.4	32.0
No.5	31.7	29.5	34.4	32.2
No.6	30.0	29.7	31.7	29.9

2) 日本コンクリート工学会: 混和材料から見た収縮ひび割れ低減と耐久性改善研究委員会報告書, 2010.9
 3) 郭度連, 花田達雄, 杉山彰徳: 塗布タイプ収縮低減剤を用いたコンクリートの性能向上, コンクリート工学年次論文集, vol.31, No.1, pp.631-639, 2009