

コンクリートの養生方法とセメント種類がひび割れ抵抗性に及ぼす影響

前田建設工業（株）技術研究所 正会員 ○謝 明宏
 前田建設工業（株）技術研究所 正会員 渡部 正
 前田建設工業（株）技術研究所 正会員 笹倉 伸晃

1. はじめに

覆工コンクリートの標準的な打設サイクルは1回/2日であり、打設完了から脱型までの養生時間は15～18時間である。また、その後の養生も十分に行えない条件にある。一方、環境負荷の低減およびコスト縮減の面から、高炉セメントの使用が増加しているが、ひび割れの発生が多いとの指摘もある。そこで、著者らは、各種養生条件下において、拘束されるコンクリートの乾燥収縮ひび割れ試験を行い、セメント種類及び養生方法がコンクリートの収縮ひび割れ抵抗性に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料及び配合

実験に使用したコンクリートの材料及び配合を表-1及び表-2に示す。コンクリートの配合は、覆工コンクリートを想定し、セメントに普通ポルトランドセメント及び高炉セメントB種を用いたW/C=55%の2種類とした。

2.2 試験項目

試験項目は、圧縮強度試験(JIS A 1108)及び長さ変化試験(JIS A 1129-3)（以下、自由収縮試験）、拘束されたコンクリートの乾燥収縮ひび割れ試験(JIS A 1151)（以下、拘束収縮試験）とし、フレッシュコンクリートの物性試験として、スランプ及び空気量を測定した後、各試験体を採取した。自由収縮試験測定用試験体は、100×100×400mmの角柱試験体とし、拘束収縮試験は、直線区間300mm、最小断面100×100mmの試験体（写真-1参照）を同一養生条件に対して3体作製した。なお、拘束収縮試験では、拘束形鋼の高さ中央で断面の重心位置にストレインゲージ（ゲージ長：3mm）を貼り（2側点/1試験体）、30分毎にひずみを自動計測し、拘束板のひずみ測定値の急変点により、ひび割れ発生材齢を求めた。

2.3 養生方法

コンクリートの養生方法は、気中、封緘及び湿潤養生の3種類とした。いずれの試験体も材齢1日で脱型し、温度20±2℃、相対湿度60±5%の恒温恒湿室内で養生を行った。封緘養生は、試験体をポリエチレンシートで密封し、湿潤養生は、試験体を湿布で覆った後にポリエチレンシートで密封した。封緘及び湿潤養生は材齢7日まで行い、その後は、気中養生とした。また、圧縮強度試験における試験体は、気中、封緘及び湿潤養生に加え、標準水中養生供試体も採取した。

3. 実験結果及び考察

3.1 圧縮強度及び自由収縮試験の結果

図-1に、養生方法及びセメント種類が異なる場合のコンクリート圧縮強度試験結果を示す。コンクリートの圧縮強度は、材齢28日の標準水中養生に対して気中養生では明ら

表-1 使用材料

使用材料	記号	適 用
セメント	N	普通ポルトランドセメント 密度：3.15g/cm ³
	BB	高炉セメントB種 密度：3.04g/cm ³
粗骨材	G	両神産碎石 表乾密度：2.70g/cm ³
細骨材	S	秩父郡皆野町砕砂 表乾密度：2.60g/cm ³
混和剤	AD	AE減水剤 リグニンスルホン酸系

表-2 コンクリート配合表(kg/m³)

配合名	W/C	s/a	C	W	S	G	AD
普通セメント	0.55	0.44	300	165	807	1070	0.75
高炉セメント	0.55	0.44	300	165	803	1063	0.75

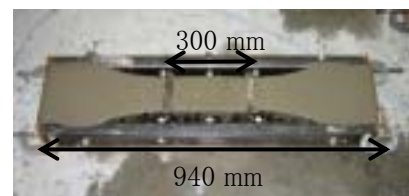


写真-1 拘束収縮試験体

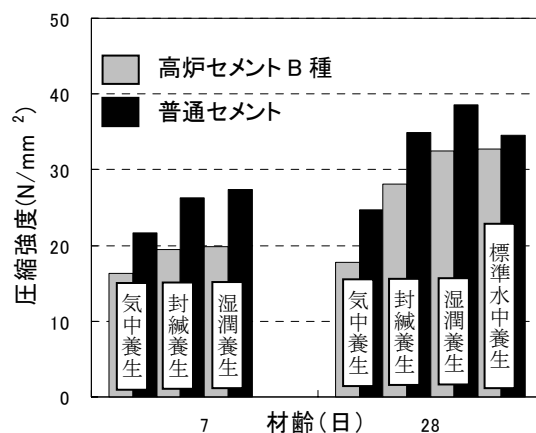


図-1 各養生方法における圧縮強度結果

かに低下している。特に、高炉セメント B 種を用いた場合の強度低下が大きい。

図-2 に、養生方法及びセメント種類が異なる場合のコンクリート材齢と長さ変化(自由収縮ひずみ)の関係を示す。コンクリートの自由収縮ひずみは、高炉セメント B 種を用いた場合の方がやや小さいものの初期の材齢では、ほぼ同一である。一方、養生条件による比較では、養生条件が良くなるほど、自由収縮ひずみは小さくなり、材齢 7 日までの養生条件の影響を大きく受けることを示している。

3.2 拘束乾燥収縮ひび割れ抵抗性の結果

図-3 に材齢と拘束収縮試験体ひずみの関係を図-4 に拘束試験体ひび割れ発生時の平均材齢を示す。

拘束収縮ひずみについて普通セメントと高炉セメント B 種を比較すると、いずれの養生条件においても、拘束乾燥収縮量及び収縮の速度は、ほぼ同一である。また、養生条件が良いほど、ひび割れ発生時の拘束ひずみは増加する傾向が認められる。これは、コンクリートにひび割れが生じる際に、拘束応力による引張ひずみに対してコンクリートの伸び能力が増加したためと考えられる^{*}。ひび割れ発生パターンを比較すると、図-3 のひずみ急変点において明らかな違いが生じている。普通セメントの場合は、ひび割れ発生の際に、収縮ひずみは急激に 0 点に戻ったが、高炉セメント B 種の場合は、急変点以降のひずみ挙動が徐々に 0 点に戻った。これは、高炉セメント B 種を用いた場合の方が収縮による内部拘束応力が大きくなっている可能性が考えられる。

ひび割れ発生材齢については、いずれの養生条件においても、高炉セメント B 種を用いた場合は、普通セメントを用いた場合よりも早期の材齢でひび割れが発生している。これは、同一養生下での圧縮強度が小さいためと推察される。また、湿潤養生した高炉セメントの試験体は封緘養生した普通セメントの試験体よりもひび割れが早期に発生していることから、高炉セメントを用いた場合は、初期の水分の供給或いは養生期間が不十分であると、ひび割れ抵抗性が低下することを示している。

4. まとめ

- ・ 覆工コンクリートの場合、脱型後の養生を十分に行うことが、強度発現、ひび割れ抵抗性の面から、重要である。
- ・ 同一養生条件の場合、高炉セメント B 種より普通セメントの方がひび割れ抵抗性が大きい。

参考文献

※) 大野俊夫, 魚本健人: コンクリートの収縮ひび割れ発生予想に関する基礎的研究, 土木学会論文集, NO. 662/V-49, pp29-44, 2000. 11

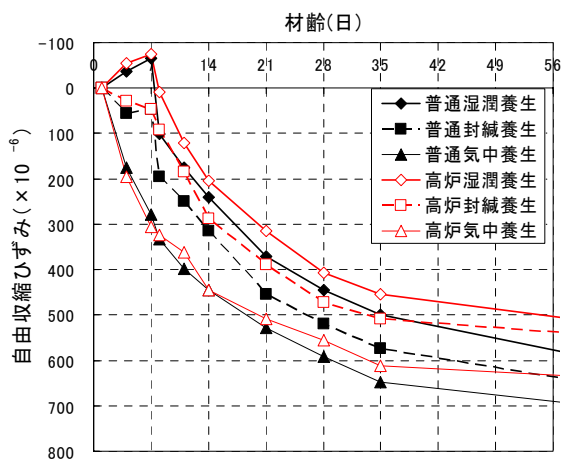


図-2 養生方法及び配合による材齢と長さ変化の関係

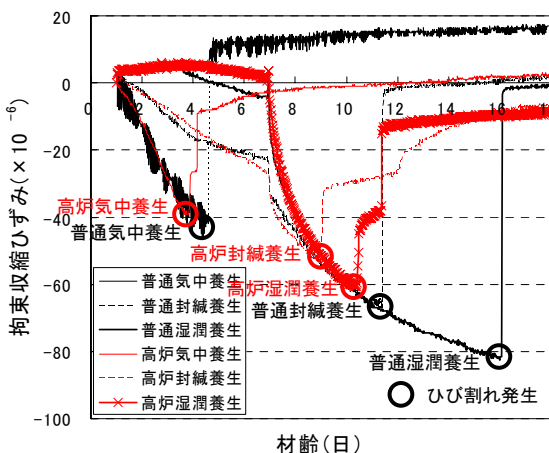


図-3 拘束収縮ひずみの履歴

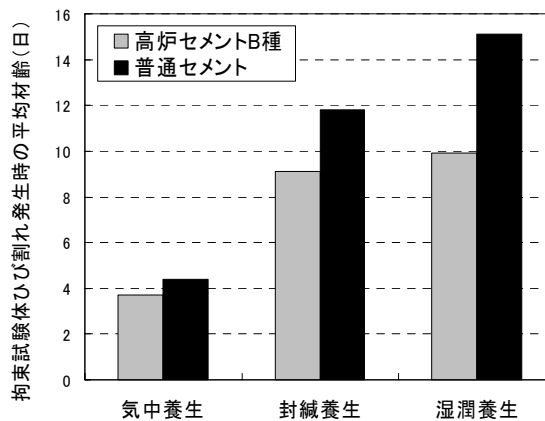


図-4 拘束試験体ひび割れ発生時の平均材齢