

2 径間ラーメンボックスカルバートの体積変化によるひび割れの検討

(株) 間組 正会員 ○神崎 浩二

国土交通省九州地方整備局北九州港湾・空港整備事務所 正会員 米澤 朗

国土交通省九州地方整備局北九州港湾・空港整備事務所 樋口 晃

(株) 間組 正会員 村上 祐治

1. はじめに

新若戸道路（仮称）の陸上トンネル部（若松側）はボックスカルバートの形状をしており、部材の厚さが 1,300mm 程度のマスコンクリート構造物である。このような構造物では、コンクリートの温度応力や乾燥収縮などの体積変化によるひび割れ発生の可能性があり、その解決策としては、低熱ポルトランドセメントの使用や誘発目地の適用がなされている（例えば、1）。

そこで、本論文では、低熱ポルトランドセメントを用いたコンクリートの乾燥収縮によるひび割れ制御として誘発目地試験を実施し、誘発目地の形状と断面欠損率により目地周辺部に発生する応力度の相違から、ひび割れの誘発に有利な目地を検討した。

2. 低熱ポルトランドセメントを用いたコンクリートの特性確認

本工事で使用する低熱ポルトランドセメントを用いたコンクリートの試験練りを実施し、その特性について確認した。使用材料を表-1 に、試験練りによって決定した配合を表-2 に示す。なお、コンクリートに関するセメント水比と圧縮強度の関係を調査した結果、水中標準養生で圧縮強度（呼び強度 30N/mm²）から求められる水セメント比は 79.4%であったが、仕様により水密性の高いコンクリートが必要であるため、水セメント比は 55%とした。

圧縮強度と弾性係数の関係は図-1 に示すように、土木学会の推奨値²⁾よりも弾性係数が若干高め値となることから分かった。また、質量減少率は、乾燥させた材齢が早いほど大きな値を示した。

3. 誘発目地試験

3-1. 試験方法

森本ら³⁾によると、誘発目地の断面欠損率は 50%程度に増加させると、目地以外でのひび割れは減少させることが可能であるとされている。そこで、誘発目地の検討に使用する試験体

は、図-2 に示すドーナツ型のコンクリート試験体を製作し、ひび割れの早期確認に有効な目地の形状と断面欠損率を検討する。誘発目地の形状は図-3 に示す 4 シリーズとし、断面欠損率は 32%, 42%, 52%, 62%, 72%

表-1 使用材料一覧表

品 目	仕 様
セメント	:C 宇部三菱セメント社製低熱ポルトランドセメント 密度=3.24g/cm ³ , 比表面積=3.430cm ² /g
細骨材	:S 北九州市藍ノ島産 密度=2.56g/cm ³ , 吸水率=1.43%, 粗粒率=2.55
粗骨材	:G 北九州市門司区産 密度=2.70g/cm ³ , 吸水率=0.53%, 粗粒率=6.60
混和剤	:Ad 竹本油脂㈱（チューポールHP8）
練り混ぜ水	:W 工場用水、回収水

表-2 コンクリートの配合表

配合 種類	ス ラ ン プ (cm)	空 気 量 (%)	水セ メント 比 W/C (%)	細骨材 率s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				高性能 A E 減水剤 Ad (%)
					水 W	セ メント C	細骨 材 S	粗骨 材 G	
低熱	12	4.5	55	46.5	157	285	846	1,025	0.75

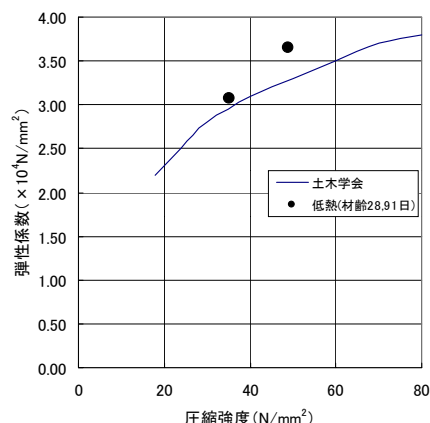


図-1 圧縮強度と弾性係数の関係

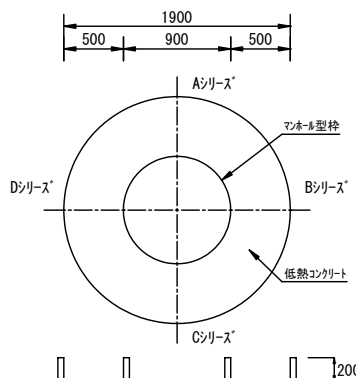


図-2 誘発目地試験体

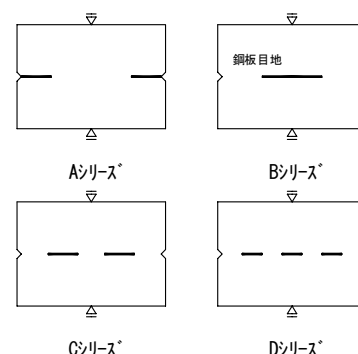


図-3 誘発目地の形状

連絡先 〒810-8602 福岡県福岡市中央区薬院 3-16-27 (株) 間組 九州支店 土木部 T E L 092-525-0744

キーワード ボックスカルバート, 乾燥収縮, 誘発目地, 断面欠損率, 長さ変化ひずみ

の5種類について測定する。コンクリートの打込みは、ドーナツ型コンクリートの試験体とともに、圧縮強度用試験体、乾燥収縮用試験体を取り、ひび割れ発生と硬化コンクリート特性の関係について測定する。

本工事では、コンクリート打込み後8日目に脱型する予定となっているため、コンクリート表面の養生は濡れスポンジで7日間行い、8日目にコンクリート表面を乾燥状態にした。なお、側面の型枠は脱型せず一面乾燥状態をつくり、試験体の観察を1日2回程度行った。

3-2. 試験結果

誘発目地形状別のひび割れ確認状況を図-4にまとめた。乾燥材齢1日目には、断面欠損率62%のB、Dシリーズ、72%のB、C、Dシリーズの誘発目地ライン上にヘアクラックが発生した。その後は、乾燥材齢が32日以上経過した地点で断面欠損率52%のB、Cシリーズ、72%のAシリーズの誘発目地周辺部に微細なひび割れが発生したが、目標とする脱枠後10日以内のひび割れ確認には及ばなかった。

誘発目地試験のひび割れ観測は、コンクリートの管理材齢である91日まで行ったが、断面欠損率32%の全シリーズ、42%のA、Cシリーズ、52%のDシリーズにおいては、目地周辺部におけるひび割れの発生は確認されなかった。

乾燥収縮試験によって得られた長さ変化ひずみの履歴を図-5に示す。コンクリートの乾燥収縮による体積変化は、乾燥材齢の若いものほど大きく、材齢の進行につれて長さ変化ひずみは収束傾向を示した。圧縮試験の結果、材齢91日の圧縮強度は 42.8N/mm^2 であり、呼び強度を 30N/mm^2 と設定したコンクリートでは、長さ変化ひずみは 600μ に達しないと予測できる。

誘発目地形状とコンクリートの長さ変化ひずみの関係を図-6にまとめた。誘発目地の断面欠損率別に図を読み取ると、本工事で使用する低熱ポルトランドセメントを用いたコンクリートにおいては、長さ変化ひずみが 600μ 以下である場合、断面欠損率が32%以下の誘発目地では、ひび割れを目地周辺部に誘発させることができないと分かる。また、シリーズ別の形状においては、乾燥材齢が若く、長さ変化ひずみの値が小さいコンクリートに対し、ひび割れの誘発に有利な形状はBまたはCシリーズであることから、目地周辺部の応力は内外枠側に集中していることが分かった。

以上の結果から、最も目地周辺部にひび割れが集中し、早期の確認が可能である断面欠損率62%のBシリーズを誘発目地として採用することとした。

4. まとめ

本構造物における、コンクリートの体積変化によるひび割れは、温度応力に対して低熱ポルトランドセメントの使用、乾燥収縮に対して断面欠損率62%のBシリーズ誘発目地材の設置によって制御することが可能であることが分かった。ただし、本論文の結論は試験を主体としたものであり、本工事においてこの有効性を確認していく予定である。

参考文献: 1) 石田ほか: 開削トンネルのマスコン対策検討, トンネル工学研究論文・報告集, Vol. 12, 2002. 11

2) コンクリート標準示方書 構造性能照査編, 土木学会, 2002. 3

3) 森本ら: ひび割れ誘発目地の構造に関する研究, コンクリート工学, Vol. 20, 1998. 6

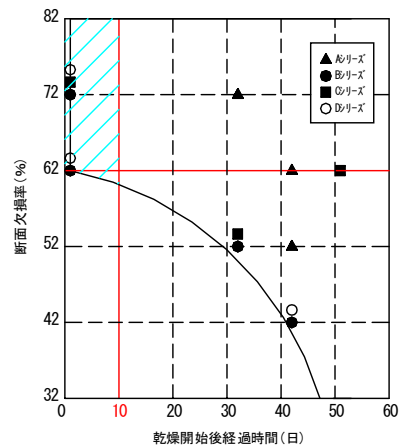


図-4 ひび割れ確認の履歴

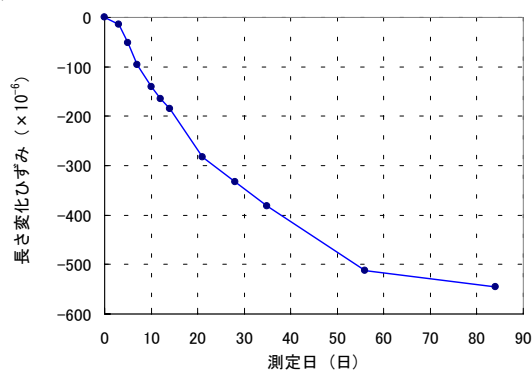


図-5 長さ変化ひずみの履歴

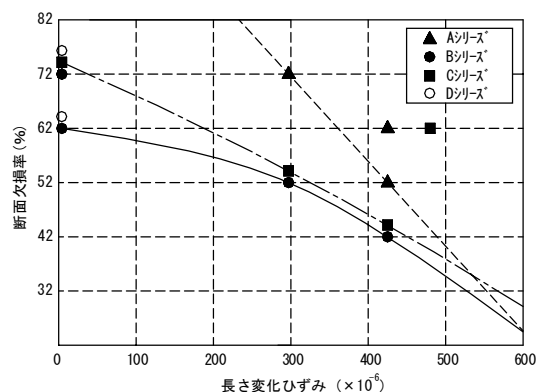


図-6 断面欠損率と長さ変化ひずみの関係