

温度ひび割れ誘発目地の適用に関する研究

東日本旅客鉄道（株） 東北工事事務所 正会員 ○ 斉藤 恭之
東日本旅客鉄道（株） 東北工事事務所 正会員 大庭 光尚

1 はじめに

マスコンクリートにおける壁状の部材は、セメントの水和発熱に起因する温度上昇により、外部拘束が卓越する温度応力が発生し、これが断面を貫通する温度ひび割れとなる。これまでひび割れを防止するために、温度上昇量を抑える種々の対策を行ってきたが、温度ひび割れ自体の発生を防止することは困難であることが現状である。そこで温度ひび割れ誘発目地を用いてひびわれ位置を制御し、その部分の水密性を確保する手法が用いられてきている。温度ひび割れ誘発目地は、構造物の長手方向に適当な間隔で断面欠損部分を設け、その部分に温度ひび割れを集中させるという方法である。

本研究ではラーメン函体側壁を対象として、2次元 FEM 温度解析及び CP 法による温度応力解析を行って適切な誘発目地間隔 L を算定し、また実施工においては目地の断面欠損率を変化させて目地を設置した。本文では解析結果とひび割れ性状の計測結果から、今後の温度ひび割れ誘発目地の適用について検討したので、その結果を報告する。

2 誘発目地間隔・目地構造の設定

① 検討構造物

温度ひび割れを誘発目地に確実に誘発するためには、適切な誘発目地間隔及び断面欠損率を設定することが重要である。そこでラーメン函体側壁において、2次元 FEM 温度解析及び CP 法による応力解析を行い、適切な目地間隔 L を算定した。検討対象のラーメン函体は図-1に示すような1層3径間のボックスラーメンである。なお、支持地盤はN値30程度の砂礫層であり、施工順序は函体の底板コンクリートを打設後、側壁と上床スラブを同時打設とした。

② FEM、CP 法による解析

2次元 FEM 温度解析及び CP 法応力解析により、 L/H を変化させた場合の温度応力・温度ひび割れ指数を算定し、それを基に実施工の目地間隔 L を決定した。計算条件を表-1に示す。今回は $L=5\text{m}, 7\text{m}, 10\text{m}, 14\text{m}$ ($L/H=0.70, 0.98, 1.40, 1.96$) について解析を行った。

図-2～図-4に解析により求めた側壁中央部の温度、温度応力、温度ひび割れ指数の経時変化を、図-5に誘発目地間隔と最小温度ひび割れ指数との関係を示す。図-3よりコンクリート温度は打設後2日目ピークを示し、最高温度が 36°C （温度上昇量 25°C ）となった。温度応力は目地間隔を短くすると（すなわち L/H を小さくすると）その最大値は小さく、温度ひび割れ指数の最小値は大きくなっており、温度ひび割れ誘発目地による効果が認められる。また図-5から温度ひび割れ指数を1.5程度確保するためには、誘発目地間隔を7m以下 ($L/H=1.0$ 以下) に設定することが必要であることがわかる。したがって、今回検討構造物の目地間隔は第1ブロック ($L=7\text{m}$) には設置せず、第2ブロックは $L=5.5\text{m}$ （1箇所）、第3ブロックは $L=4.5\text{m}, 5.0\text{m}, 4.5\text{m}$ （2箇所）とした。

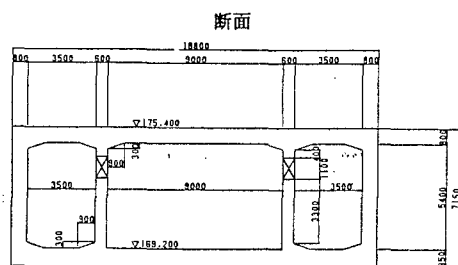


図-1 検討構造物

表-1 解析条件

項目	単位	解析条件
比熱	kcal/kg $^{\circ}\text{C}$	0.31
熱伝導率	kcal/mh $^{\circ}\text{C}$	0.0025
密度	kg/m 3	2.3×10^{-5}
打設温度	$^{\circ}\text{C}$	11
外気温	$^{\circ}\text{C}$	13

※)コンクリートと岩盤のヤング係数比は4と仮定

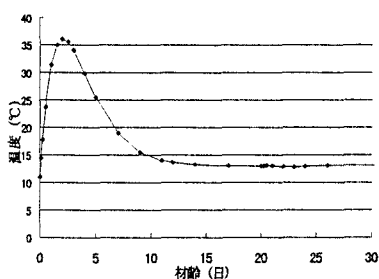


図-2 温度変化

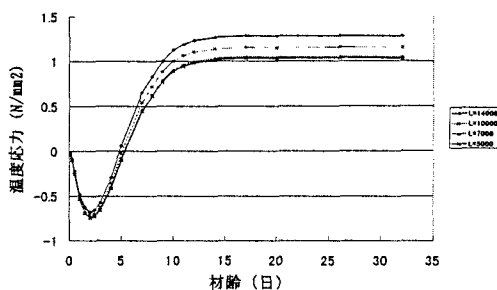


図-3 温度応力変化

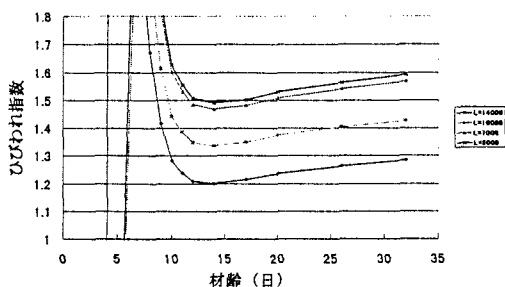


図-4 ひび割れ指数の変化

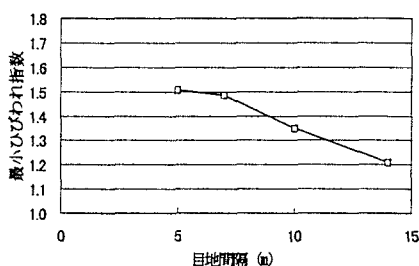


図-5 最小ひび割れ指数と目地間隔

③ 誘発目地構造

今回用いたひび割れ誘発目地の形状（函体側壁の平面図）を図-6に示す。断面欠損率は目地表面部に後処理用を兼ねた台形状の欠損部と、内部に鉄板を設置することにより確保する（欠損率 $=2 \times (a+b) / l$ ）。なお今回の断面欠損率は 48%（ $l: 800\text{mm}$ 、 $a: 30\text{mm}$ 、 $b: 160\text{mm}$ ）とした。また目地表面の防水にはシーリング材を注入し、断面中央には止水板を設ける。

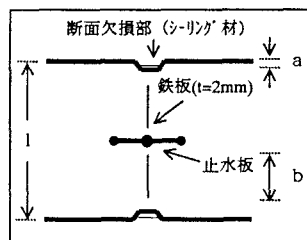


図-6 誘発目地構造

3 施工結果

函体コンクリートの型枠脱型後、函体のひび割れ性状を調査した結果、脱型後 1 ヶ月後までに誘発目地設置箇所 24 に対して、22 箇所にひび割れ（最大ひび割れ幅 0.2mm）が発生しており、誘発目地部以外の箇所にはひび割れの発生は見られなかった。なお表-2 に示すこれまでの施工事例では、断面欠損率 50%程度で確実にひび割れを目地部に誘発できると思われる。

表-2 誘発目地施工結果一覧

工事件名	目地間隔 (L)	L/H	壁厚	断面欠損率	施工結果
工事A (タイプ1)	4.0~7.5m	0.89~1.11	1,250mm	43%	○
工事A (タイプ2)	4.0~7.5m	0.89~1.11	1,250mm	27%	×
工事B	4.5~5.5m	0.63~0.77	800mm	48%	○
工事C	4.5~5.0m	0.54~0.60	1,000mm	46%	○

4 おわりに

目地間隔と断面欠損率に着目した施工の結果、欠損率は 50%程度で、また目地間隔は $L/H < 1.2$ 程度で良好な結果が得られている。引き続き、誘発目地を用いた各工事毎のデータやひび割れ性状をデータベース化し、設計や施工に反映させる予定である。