

壁状構造物の温度応力低減工法に関する室内実験

日本コンクリート技術(株) 正会員 ○佃 有射
 日本コンクリート技術(株) 正会員 篠田 佳男
 足利工業大学 正会員 宮澤 伸吾

1. はじめに

壁状構造物の外部拘束による温度ひびわれは、壁体が底版に拘束されることによって発生する。従来、温度ひび割れの抑制は低発熱セメントや膨張材などの材料的、またひび割れ誘発目地などによる施工的な取組みが行われてきている。これらに対して、著者らは壁体に先行壁体部を設け、かつこの先行壁体部に収縮低減目地を設けることによって拘束を弱め、温度ひび割れの抑制することで施工性およびコスト面で優位となる工法を考案した。

本実験は、この工法のメカニズムを把握することを目的にモデル試験体を用いて室内にて実施したものである。

2. 実験の概要

壁体部は、長さ 2700mm で厚さ 200mm、高さ 600mm の形状寸法とした。試験体は、断面が 450mm×450mm の底版上部に壁体部を有する一般工法モデル (No. 1) と、図-1 に示すように高さ 150mm の先行壁体部の中に 600mm 間隔に収縮低減目地を設置した本工法モデル (No. 2) の 2 体とした。目地部には厚さ 4mm 合板を入れ完全に縁を切ることで理想的なモデルとした。

表-1 に壁体部のコンクリートの配合を示す。高炉セメント B 種を用い、単位セメント量は 425kg/m³ とした。コンクリートの打込みは、36-12-25H の早強セメントを使用した底版と先行壁体部を 7/23 に、壁体部を 14 日経過した 8/6 に行った。壁体部は、打込み後に厚さ 100mm のスタイロフォーム 2 枚で覆うことによって断熱し、マスコンクリートを模擬した。計測は、コンクリートの打込みから 1 か月程度の 8/26 までコンクリート温度、ひずみおよび目地の開口量について行った。目地の開口は、1/1000mm 精度のコンタクトメータを使用して測定した。

見かけの熱膨張係数は、厚さ 100mm のスタイルフ

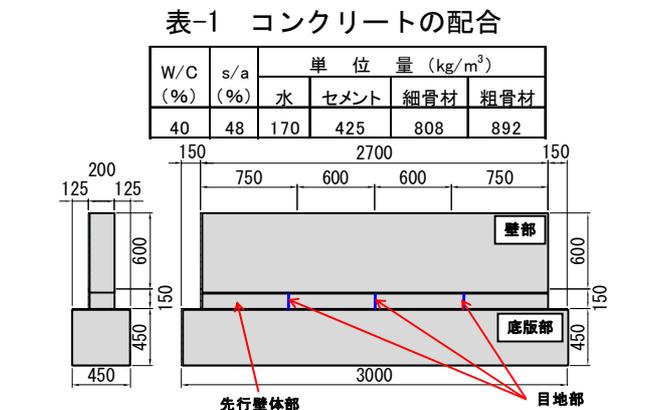


図-1 No. 2 試験体概要

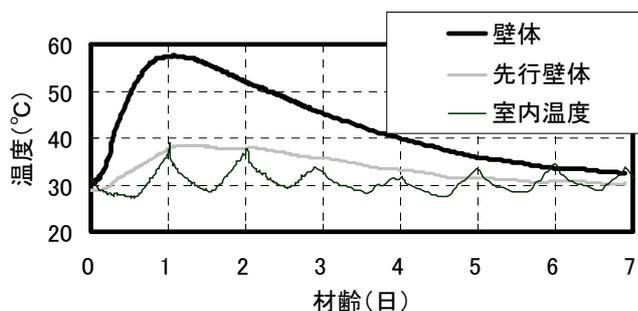


図-2 コンクリート温度 (No. 2 試験体)

フォームで断熱した内寸法 200×200×800mm の型枠にコンクリートを打込み、硬化過程における温度とひずみの関係から測定した。その結果、無拘束供試体の見かけの熱膨張係数は、温度上昇時で 6.35×10⁻⁶/°C、温度降下時で 10.63×10⁻⁶/°Cであった。この温度降下時の値を硬化時の見かけの膨張係数とした。

3. 実験結果および考察

図-2 は、No. 2 試験体の壁体打込みから 7 日間の壁体および先行壁体の温度と室内温度を示したものである。壁体部の最高温度は 57.5°C まで上昇した。また、先行壁体部の温度は壁体部からの熱伝達により 37.5°C まで上昇した。

図-3 は、No. 2 試験体の壁体部の温度と先行壁体部の目地の開口量の関係を示したものである。開口量

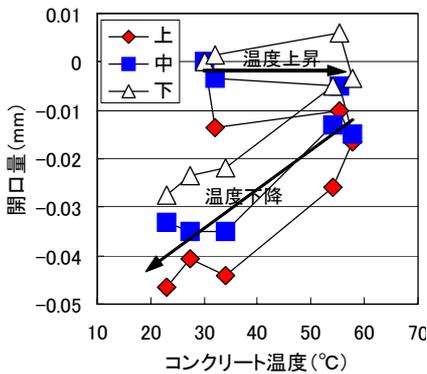


図-3 温度と開口量の関係

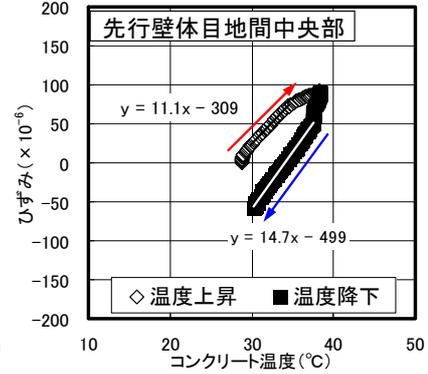
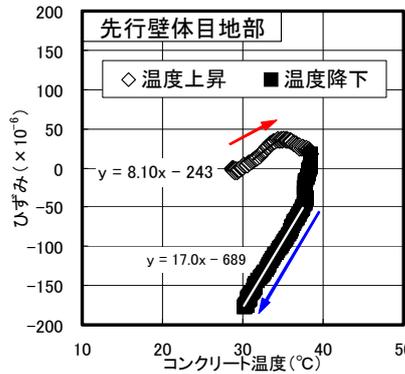


図-4 温度と鉄筋ひずみの関係 (No. 2 試験体)

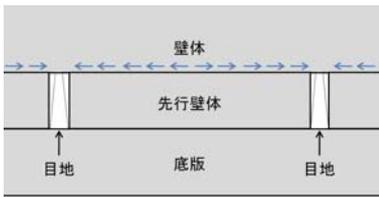


図-5 温度低下時の応力モデル

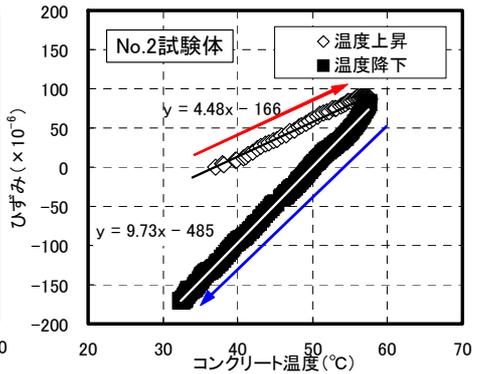
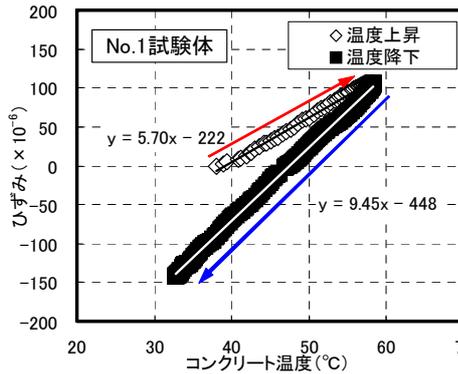


図-6 壁体の温度とひずみの関係

は、目地部の上下 25mm と中央部の 3 箇所計測した。目地は温度上昇時にはほとんど開口しておらず、温度低下時には閉じる方向に動いたことがわかる。また、閉合量は上部から順に大きい値を示している。

図-4 は、No. 2 試験体の先行壁体の目地部および目地間中央部について、壁体部打込み後のひずみを先行壁体部の中央に配した鉄筋ひずみと温度の関係で示したものである。ここで、温度とひずみの傾き(以下、ひずみ勾配と称する)に着目して説明を行う。温度上昇時のひずみ勾配を、目地部で $8.10 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ と硬化コンクリートの見かけの熱膨張係数よりも低い値を、また目地間のまた目地間コンクリート部で $11.1 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ と見かけの熱膨張係数よりもわずかに大きい値をそれぞれ示した。これは、温度上昇時には目地部で圧縮側、またコンクリート部で引張側となっていることを示している。次に温度下降時のひずみ勾配を見ると、目地部で $17.0 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 、コンクリート部で $14.7 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ と、それぞれ見かけの熱膨張係数よりも高い値を示し、その値は目地部で大きくなっている。

このような目地部の開口量の変化およびひずみの測定結果から、温度応力を受ける壁体部は、図-5 に示すようなメカニズムが生じていると推定される。

すなわち、壁体部に下端の拘束で温度応力が発生するが、目地部が閉合することで拘束度が低減するために、温度応力が小さくなる。

図-6 は、壁体部中央の高さ 300mm の位置のコンクリート温度とひずみの関係を壁体部打込みから材齢 7 日まで示したものである。温度上昇時のひずみ勾配は、No. 1 試験体で $5.70 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 、No. 2 試験体で $4.48 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ と、両試験体とも見かけの熱膨張係数に比べて小さく、その値は No. 2 試験体の方が大きい。これは、No. 2 試験体で大きな圧縮応力が作用していることを意味する。温度下降時のひずみ勾配は、No. 1 試験体で $9.45 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 、No. 2 試験体で $9.73 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ を示した。なお、見かけの熱膨張係数との比較で算定される拘束ひずみは、No. 1 試験体で $1.19 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ 、No. 2 試験体で $0.91 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ となる。No. 2 試験体は、No. 1 試験体との比が 0.765 と、拘束ひずみが 23.5% 小さく、温度応力を減じることを示唆している。

4. まとめ

室内試験体を使用して温度応力低減工法に関する実験を行った。その結果、温度応力低減工法のメカニズムが把握でき、拘束ひずみが 23.5% 程度低減することを確認した。