

壁状構造物の温度応力低減工法に関する実証実験

日本コンクリート技術(株) 正会員 ○篠田 佳男
 北沢建設(株) 正会員 北沢 資謹
 京都大学 正会員 河野 広隆

1. はじめに

下端が拘束された壁体は、断面を貫通する温度ひび割れが生じやすく、発生後に問題とされることが多い。この種のひび割れは、コンクリートの打込み後2~3週間以内と比較的短期に表面化することが多いが、外気温が急激に低下する秋季に発生することもある。

筆者らは、施工性、コスト、供用時の景観等に優れた温度ひび割れ制御工法を開発し、実用化を進めている。本工法は、収縮低減目地を設置した先行壁体部を底版上部に設けることで、底版からの拘束を小さくするものである。本試験では、この効果を把握することを目的に実規模に近い大型試験体を使用して、長期に現場計測を実施した。

本報告は、この現場計測で得られた情報のうち、秋季の温度変化や夏季から冬季に至る外気温の低下等の季節変動に着目したものである。

2. 試験概要

図-1 は、先行壁体を有する試験体の形状寸法を示したものである。壁体部は、長さ 10m、厚さ 400mm、高さ 1,200mm とした。試験体は、表-1 に示すように、底版と壁体からなる No.1 の基本試験体 BS に加えて、先行壁体部の有無および収縮低減目地間隔を変化させた計 4 体を使用した。No.1 試験体は、底版と壁体部の 2 分割施工とした。また、No.2~No.4 試験体は、底版と高さ 300mm の先行壁体部を同時に構築した後、壁体部のコンクリートを打ち込み作製した。

本試験は 2007 年に、長野県飯田市で行った。No.1 ~No.4 試験体は、底版部あるいは底版と先行壁体コンクリートを 8/7 に、そして材齢 21 日経過した 8/28 に壁体コンクリートを打ち込んだ。コンクリートは 24-8-25N のレディーミクストコンクリートで、単位セメント量は 280kg/m³ である。計測は、図-1 に示す

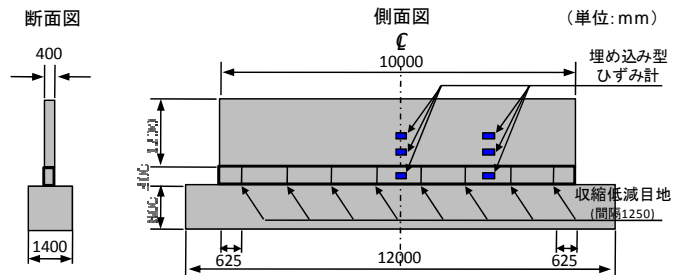


図-1 試験体の形状寸法 (No.4 試験体)

表-1 先行壁体および目地間隔

No.	試験体名称	先行壁体	目地間隔 (mm)
1	BS	無	—
2	P30-0	有	—
3	P30-200	有	2000
4	P30-125	有	1250

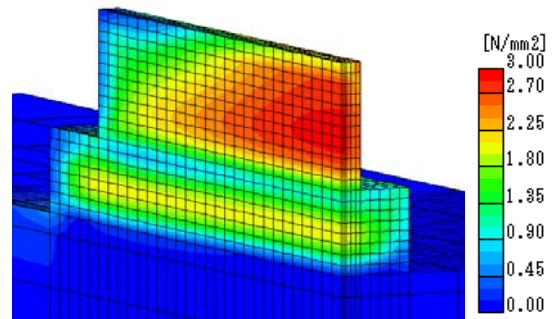


図-2 温度応力解析結果 (最大応力分布)

位置でコンクリートの温度とひずみを、コンクリートの打込み時の夏季から外気温が零度付近となる冬季の 12/4 まで自動計測を実施した。コンクリートの熱膨張係数は無応力計で測定し、 $10.26 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$ の値を得ている。

図-2 は、BS 試験体の 3 次元温度応力解析結果を示したものである。比較の対象となる No.1 試験体は温度応力が 2.93N/mm²、ひび割れ指数が 0.94 と、比較的温度応力が大きく、温度ひび割れの発生が微妙となる条件であった。

キーワード 温度応力, 温度ひび割れ, 先行壁体, 収縮低減目地

連絡先 〒130-0026 東京都墨田区両国 4-38-1 日本コンクリート技術(株) TEL03-5669-6651

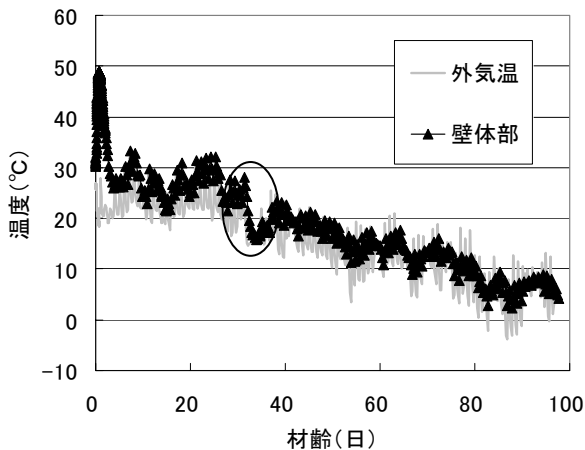


図-3 外気温および壁体部温度履歴

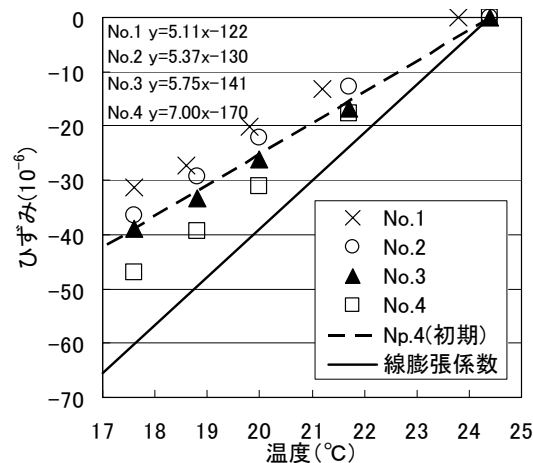


図-4 温度とひずみの関係 (9/24 付近)

3. 試験結果および検討

3.1 コンクリート温度

図-3 は、外気温と壁体部の温度履歴を示したものである。壁体部は、打込み温度が 31.0°C で、材齢 0.75 日で最高温度が 50.5°C に達した。その後、材齢 1 週間程度で外気温に近づき、外気温の変動とともに冬季に向けて温度が低下した。この中で、材齢 26 日にあたる 9/24 付近で壁体部温度が 10°C を超える温度低下を生じている。また、5°C 以上の温度低下でみると、数箇所認められる。このような気温の急激な低下が原因となり、温度ひび割れが発生することもある。

3.2 コンクリートひずみ

コンクリートひずみは、スパン中央部で壁体部の高さ 300mm と下端からの拘束が大きい位置での測定値に基づいて検討を行う。なお、計測位置は厚さ 400mm の壁体中央で、温度も計測を行った。

図-4 は、外気温が急激に低下した 9/24 付近における温度とひずみの関係を示したものである。ひずみ勾配は、No.1~No.4 の順に大きくなっており、No.1 で $5.11 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、No.4 で $7.00 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ となった。No.4 と No.1 を比べると、ひずみ勾配の比が 1.37、拘束ひずみが 37% 小さくなる。また、図中には No.4 の材齢 1 日から 4 日までの初期のひずみ勾配を併せて示した。初期のひずみ勾配は $5.72 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ で、9/24 付近との比が 0.82 となる。このように、初期の温度低下に比べて気温変動時にひずみ勾配が 12% 程度低下するが、外気温の急激な温度低下を受けると、外部拘束により温度応力が増大することが確認された。

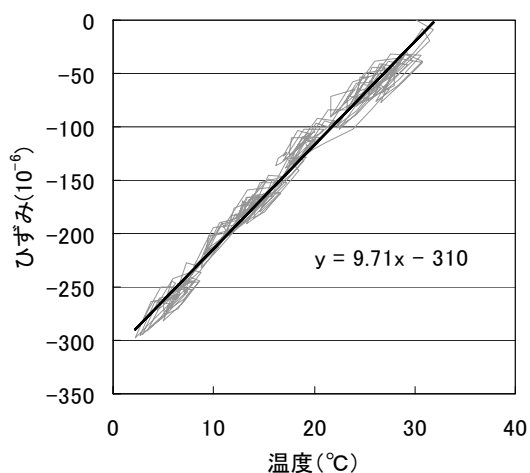


図-5 温度とひずみの関係 (材齢 7 日以降)

図-5 は、底版からの拘束が大きい No.1 試験体における材齢 7 日以降の温度とひずみの関係を示したものである。壁体部の温度差は 30°C 程度あるが、これらの温度変化は気象条件の影響を強く受けている領域である。ひずみ勾配は $9.71 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ と、コンクリートの熱膨張係数 $10.26 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ と近い値となっている。これは、局所的には拘束ひずみが生じて温度応力が発生しても、時間軸が長くなると温度応力の増加が抑制されることを示唆している。

4. まとめ

実規模試験体を使用して、夏季から冬季までの温度応力に関する現場計測を行った。その結果、先行壁体部に収縮低減目地を配置することで、温度応力が 37% 程度低減することを確認した。また、急激な温度低下を受けると、局所的に温度応力が発生すること等が明らかとなった。