

壁状構造物へ適用した低熱ポルトランドセメントの温度ひび割れ抑制効果

前田建設工業(株) 技術研究所 正会員 ○白根 勇二
 前田建設工業(株) 関西支店 岡本 英彦
 日本下水道事業団 四国総合事務所 柴山 昌和
 太平洋セメント(株) 中央研究所 正会員 三谷 裕二

1. はじめに

下水処理施設の壁状構造物の温度ひび割れ対策として、低熱ポルトランドセメントを用いたコンクリート(以下、L配合とする)を適用した。L配合のひび割れ抑制効果の検証を目的に、高炉B種セメントを使用した通常のコンクリート(以下、BB配合とする)とともにコンクリート温度、ひずみ、有効応力について計測し、両者の挙動を比較した。また、計測データをもとに温度応力の事後解析を実施し、ひび割れ発生の予測精度を検証した。本報告では、これらの結果について述べる。

2. 施工および計測概要

計測対象の壁状構造物は図-1に示すとおりで、壁の厚さが50cmで、5.8m間隔で柱が設けられ、厚さ80cmの底版に拘束された構造である。L配合とBB配合の計測ブロックは同形状かつ寸法(全長17.4m、打設高さ4.4m)であり、同日(4月上旬)にコンクリートの打込みを行った。表-1に各配合を示す。

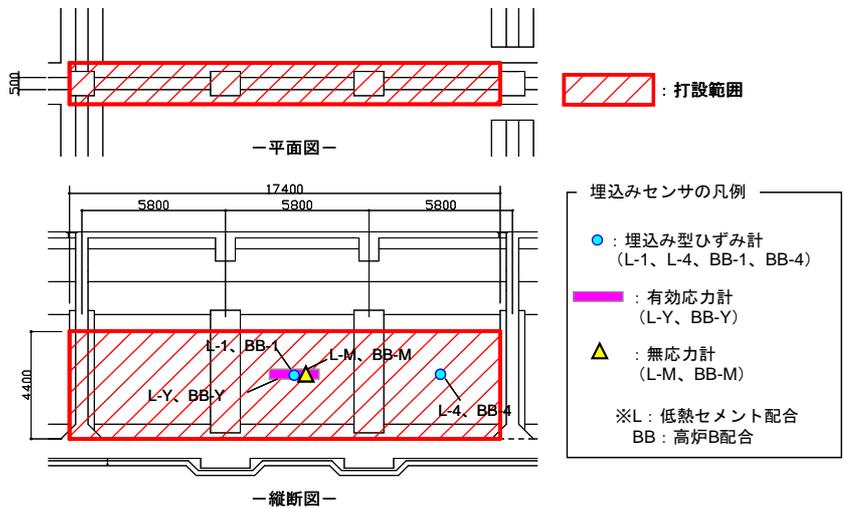


図-1 計測対象構造物および計測位置

表-1 各コンクリートの配合

配合	呼び強度 (N/mm ²)	スラブ (cm)	最大粗骨材 寸法 (mm)	空気量 (%)	水 セメント 比 (%)	細骨 材率 (%)	単位量(kg/m ³)				
							セメント C	水 W	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 A
BB配合	24	12	20	4.5	55.0	45.5	313	172	810	972	3.13
L配合	24	12	20	4.5	55.0	46.0	311	171	828	972	3.11

計測項目および配置は図-1に示すが、いずれも壁中心部に配置し、同時にコンクリート温度の計測も行った。

3. 計測結果およびひび割れ状況

図-2に壁中心部のコンクリート温度履歴を示す。BB配合のコンクリート最高温度は30.2℃であったのに対し、L配合は23.8℃で水和熱抑制効果は6.4℃であった。

図-3にコンクリートのひずみ履歴を示す。コンクリート温度の降下に伴いひずみが増加する傾向が見られ、材齢7日にはBB配合とL配合の差が40μ程度となり、BB配合の方が引張ひずみの増加が顕著となった。また、『BB-4』は材齢5日にひずみが圧縮側に大きくシフトし、計測位置付近でひ

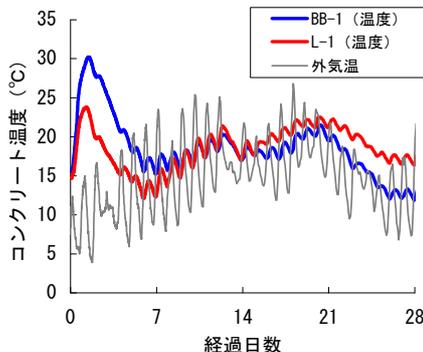


図-2 コンクリート温度履歴

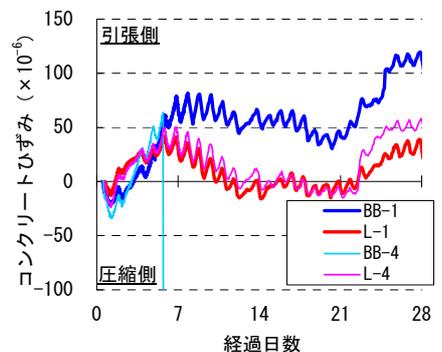


図-3 コンクリートひずみ履歴

キーワード：低熱セメント、壁構造物、温度ひび割れ対策、温度応力解析

連絡先：〒179-8914 東京都練馬区旭町1-39-16 前田建設工業(株) テクノロジーセンター技術研究所 TEL 03-3977-2295 FAX 03-3977-2251

び割れが発生したものと推察できる。

図-4 にコンクリートの有効応力履歴を示すが、BB配合とL配合で大きな差が認められなかった。この要因として、BB配合では上述のとおり材齢初期にひび割れが発生し、内部の応力分布が変化したためと考えられる。また、BB配合では材齢24日に有効応力が急激に小さくなっており、壁中央部においてもひび割れが発生したと考えられる。なお、L配合のひび割れ発生を予測する測定結果は認められなかった。

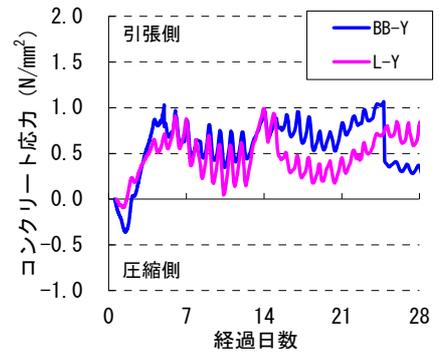


図-4 コンクリート応力履歴

図-5 に、施工後6ヶ月が経過した頃のひび割れ発生状況を示す。BB配合には、最大ひび割れ幅が0.1mm~0.2mmのひび割れが4本(貫通3本、片側1本)確認できた。一方、L配合は片側のみに発生したひび割れが1本確認できただけで、ひび割れ抑制効果が認められた。

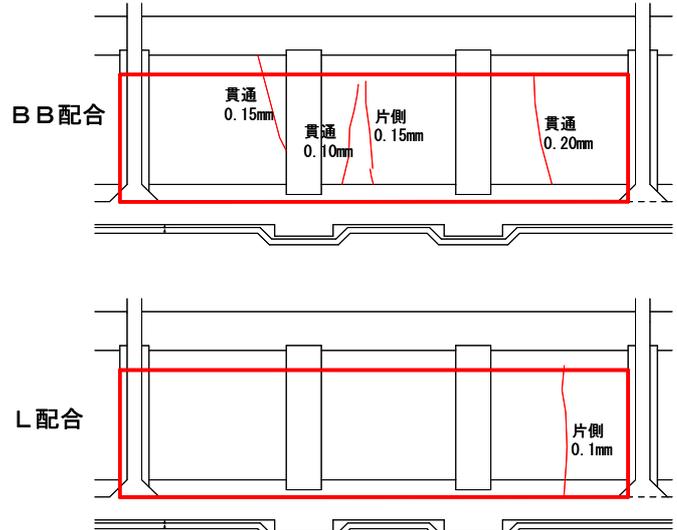


図-5 ひび割れ発生状況の比較

4. 事後解析による検証

計測結果をもとに3次元FEMによる温度応力解析を実施し、ひび割れ発生の予測精度の検証を行った。解析条件として、外気温と線膨張係数は実測データから得られた値を用いた。図-6 に無応力計の計測結果を示すが、熱膨張係数は硬化原点以降の温度上昇時および下降時の平均値とし、BB配合は10.8 ($\mu/\text{°C}$)、L配合は10.2 ($\mu/\text{°C}$)とした。また、断熱温度上昇式、コンクリートの硬化物性(圧縮強度、引張強度、弾性係数)およびクリープ特性は、マスコンクリートのひび割れ制御指針¹⁾に従った。

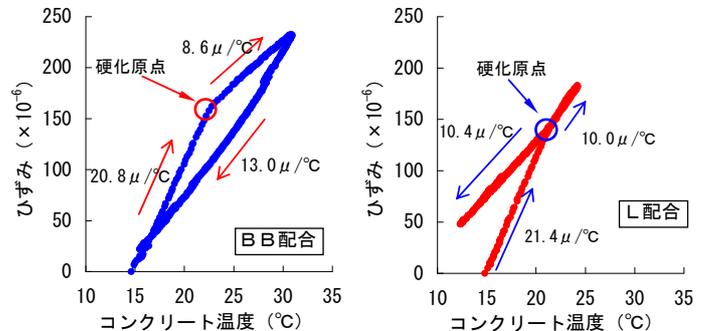


図-6 線膨張係数の計測結果

図-7 に温度応力解析によるコンクリート応力履歴を示す。L配合のコンクリート応力はBB配合のほぼ半分となっており、解析結果からもL配合のひび割れ抑制効果が高いことが確認できる。また、BB配合はひび割れ発生(材齢5日)までは実測値と解析値がほぼ一致する結果となり、ひび割れの発生を精度良く予測可能であると判断できる。L配合は材齢7日以降の実測値が解析値より小さくなる傾向となり、クリープ係数等の設定に多少の課題が残るものの、ひび割れ発生の予測精度として問題のない範囲であった。なお、コンクリート温度は実測値と解析値がほぼ一致していることを確認している。

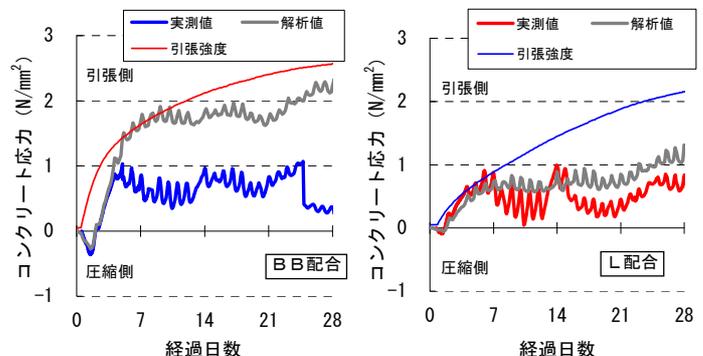


図-7 解析結果との比較(コンクリート応力)

5. まとめ

(1) 実施工においてひび割れ抑制効果を検証した結果、L配合はBB配合と比較してコンクリート温度や発生ひずみ量を低減し、ひび割れ発生量も非常に少なかった。したがって、壁状構造物のひび割れ対策として低熱セメントの使用が有効であることを確認した。

(2) 実測と温度応力解析の応力挙動がほぼ一致し、ひび割れ発生を精度良く予測できることを確認した。

参考文献: 1)マスコンクリートのひび割れ制御指針2008:(社)日本コンクリート工学協会, 2008.11