

コンクリートひび割れに関する情報の分析とこれに基づく実用的なひび割れ対策技術の研究

徳山工業高等専門学校 正会員 田村 隆弘
山口県 正会員 ○二宮 純

1. はじめに

徳山工業高等専門学校と山口県は共同して、土木構造物におけるコンクリートのひび割れの抑制を目的に、平成17年度及び18年度に実構造物による試験施工から得られる情報を分析し、実用的なひび割れ対策技術の研究を行った。

ここでは、この研究結果を概説し、また研究の今後の展開と活用方法について報告する。

2. 試験施工の概要

平成17年度は、地域高規格道路山口宇部線をフィールドにして試験施工を行った。当路線は、コンクリート構造物の施工が最盛期を迎えていたので、同一または類似の構造物が多く、抑制効果を精度よく判定できると考えた。表－1に示すとおり、9種類の抑制対策と標準的に使用している高炉B種セメントを使用して、橋台、橋脚及びボックスカルバートを対象に実施した。試験数は、ボックスカルバートについては伸縮目地で区切られたブロック数、橋台及び橋脚では打設リフト数である。なお、これ以外に、橋脚の柱47リフト、梁7リフトには、従来の実績でひび割れが少なかったため、すべて高炉B種セメントを使用した。今回も同様にひび割れはほとんど発生しなかった。

平成18年度には、乾燥収縮などによる長期的な収縮の状況を把握するため、17年度の試験施工で発生したひび割れの進展について継続して調査を行っている。また、試験フィールドを4路線追加して、橋台のたて壁と胸壁を対象にして、セメント、混和材及び補強材料による抑制効果の検証を行っている。さらに、県内の約40箇所の工事で、打設後のコンクリート内部の温度履歴やひび割れの発生状況を計測し、この情報を収集・整理し、活用する「打設管理記録」の仕組みの効果について検討している。平成18年度の試験施工については、現在も計測調査を継続中である。

表－1 抑制対策と対応構造物(平成17年度試験施工)

抑制対策(使用材料等)	期待する効果	試験数(ブロック・リフト数)			
		ボックスカルバート	橋台たて壁・胸壁	橋台・橋脚底版	ボックスカルバート頂版
① 高炉B種セメント	標準	20	11	11	
② 低熱ポルトランドセメント	水和熱の低減	1	3		
③ 普通ポルトランドセメント	以前の標準	4	3		
④ 早強ポルトランドセメント	引張強度の早期発現	1			
⑤ 高炉B種＋高性能AE減水剤	水和熱及び乾燥収縮低減	1	2	1	
⑥ 高炉B種＋水和熱抑制型膨張材	水和熱及び乾燥収縮低減	1	2	1	
⑦ 溶接金網(ベースは高炉B種)	頂版下面の補強				7
⑧ FRP繊維(ベースは高炉B種)	頂版下面の補強				2
⑨ アラミド繊維(ベースは高炉B種)	頂版下面の補強				2
⑩ ポリプロピレン短繊維(ベースは高炉B種)	頂版下面の補強				1

3. 試験施工の結果

3.1 ボックスカルバートにおける抑制対策の比較

全てのブロックの側壁には3.5～4.0mの間隔で誘発目地を設置しているが、この誘発目地にほとんどのひび割れが発生した。5ブロックには誘発目地以外に鉛直方向の貫通ひび割れが発生したが、その最大ひび割れ幅は0.08mmで、補修を必要とするものではなかった。図－1は、側壁の厚さが0.7m以上のボックスカルバートについて、コンクリート打設温度とブロック単位幅当たりのひび割れ幅の関係を示している。ひび割れ幅には、誘発目地に発生したものも含んでいる。高炉セメントB種では、打設温度が高いほど、ひび割れ幅が大きくなる傾向を示しており、低熱セメントでは、ひび割れが発生せず、膨張材や早強セメ

ントでは、やや小さくなっている。普通セメントは、小さいものもあるが、打設温度が低い場合には、高炉B種より大きくなっている。以上のことから、ボックスカルバートの側壁に発生するひび割れは、底版の拘束による温度ひび割れが主な要因であり、打設温度を低く制限すれば、誘発目地による抑制が実用であることがわかる。

3.2 橋台における抑制対策の比較

たて壁及び胸壁には、ほとんどのリフトで鉛直方向貫通ひび割れが発生した。図一2に、コンクリート打設温度とリフト当たりのひび割れ幅の関係を示しているが、図一1とは異なり、相関関係が見られない。これは、リフトの高さや厚さ、打設間隔などの他の要素が影響を与えているためと想定される。ひび割れ1本当たりの幅が大きく、補修を必要とするものが多いが、低熱セメント以外には、抑制効果が顕著でない。また、打設温度の制限による効果も期待しにくい。

3.3 打設管理記録の効果

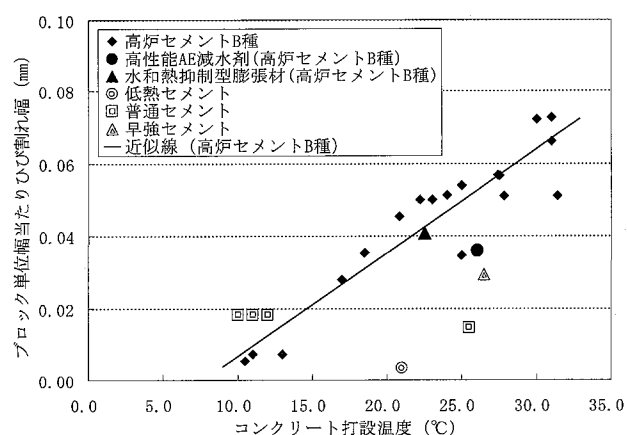
試験施工では、温度センサーやひずみ計を構造物内部に設置して計測を行っており、計測値と解析値の比較を、図一3に示している。

側壁の温度は、最高温度になるまではよく一致しているが、下降時の勾配には差がある。工事現場では、気温以外にも、日照や風など刻々と変化する要素が多く、ひび割れ抑制対策を数値解析のみで選択することは難しい。実構造物の実績も把握することが重要となるが、実構造物の試験施工には、条件設定や試験件数に制限があり、また、ひび割れを助長するように負荷をかけることも出来ないなどの制約がある。

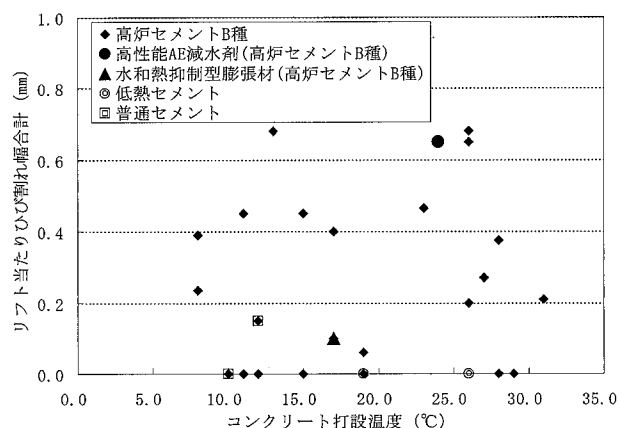
そこで、実構造物の施工において、温度履歴を温度センサーとデジタル温度計により計測し、打設時の状況やひび割れ発生なども含めたデータとして蓄積して活用する試行を行った。計測項目に内部温度を選択したのは、水和熱による温度ひび割れが多く発生することと、計測が容易であることから決定した。試行では、順調に計測が行われ、施工者がリアルタイムで内部温度を確認することで、品質管理面でも効果を発揮した。まだデータ数が少なく、活用面についての検証は、今後の課題である。

4. おわりに

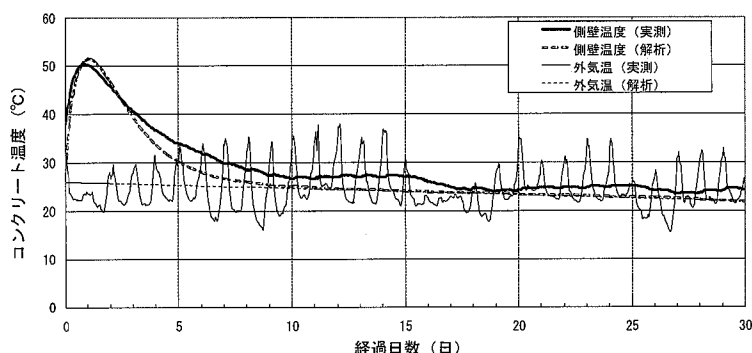
山口県では、平成19年度より本研究の成果に基づいてひび割れ抑制対策の運用を開始している。共同研究も継続し、打設管理記録により運用の結果を収集し、ひび割れ発生要因の分析や、ひび割れ抑制技術の検証をさらに発展させ、抑制対策の見直しに反映していく予定である。今後也得られた情報を積極的に発信していくので、たくさんのご助言やご指摘がいただけることを期待している。



図一1 ボックスカルバートの試験施工結果



図一2 橋台の試験施工結果



図一3 温度履歴の比較