

凝結遅延モルタルを用いたひび割れ抑制手法に関する施工実験の再現解析

九州大学大学院 正 ○玉井 宏樹, フェロー 園田 佳巨, 正 佐川 康貴
 鹿島建設(株) 正 小林 聖, 佐野 忍, 橋本 学, フェロー 坂田 昇

1. はじめに

ボックスカルバートなどスラブ状の既設部材の上に壁状の部材を打継ぐ構造物においては、外部拘束によりひび割れが生じる可能性が高いため、材料、配合、施工法などの観点から様々な抑制対策が考案されている。しかし、現状の抑制手法は壁状部材全体を対象とした方法でありコストがかかり、不経済になりうる場合がある。そこで、著者らは、凝結遅延剤を添加して凝結時間を数日から数週間に大幅に遅延させたモルタル（以後、凝結遅延モルタルと称する）を打継ぎ部に薄く敷設し、底版からの拘束応力を低減する手法について検討を行い、現在までに提案手法の妥当性を明らかにしてきた。本稿では、実構造物を用いて実施した施工実験に際して実施した温度応力解析について述べている。

2. 対称構造物の概要

施工実験で対象とした構造物の寸法は、底版は厚さ0.5m、幅1.0m、長さ15m、壁は高さ0.5m、幅0.6m、長さ15mであり、底版に壁を直接打ち継ぐ一般的な方法をケース1、底版と壁の打継ぎ部に凝結遅延モルタルを20mm敷設する方法をケース2として、2種類の構造物を施工した。施工手順は、まず、底版コンクリートを打ち込み、約1ヶ月後に、ケース1では壁コンクリートを底版に直接打ち継ぎ、ケース2では凝結遅延モルタルを打継ぎ部に20mmの厚さで敷設し、その翌日に壁コンクリートを打ち重ねた。なお、底版と壁のコンクリートの配合は同一とし、凝結遅延モルタルの使用材料と配合は表-1、表-2に示す通りとした。実験では、熱電対により温度を、埋込みひずみ計によりひずみを計測した。

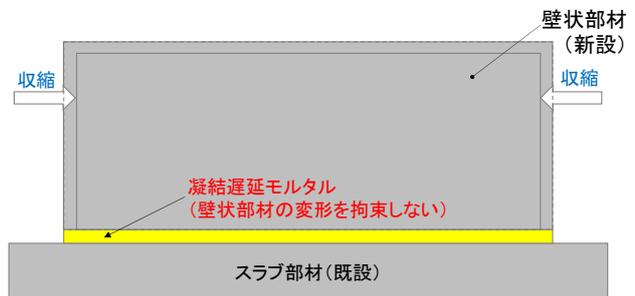


図-1 新たなひび割れ抑制手法

表-1 使用材料

材料	記号	摘要
水	W	上水道水
セメント	C	低熱ポルトランドセメント, 密度 3.22g/cm ³
細骨材	S	天然珪砂 4号, 密度 2.64g/cm ³
凝結遅延剤	T	オキシカルボン酸塩系
増粘剤	V	バイオポリマー

表-2 配合

モルタル フロー(mm)	W/C (%)	S/C	単位量(kg/m ³)			V (W×%)	T (C×%)
			W	C	S		
150±20	45	1.8	312	694	1247	0.2	1.25

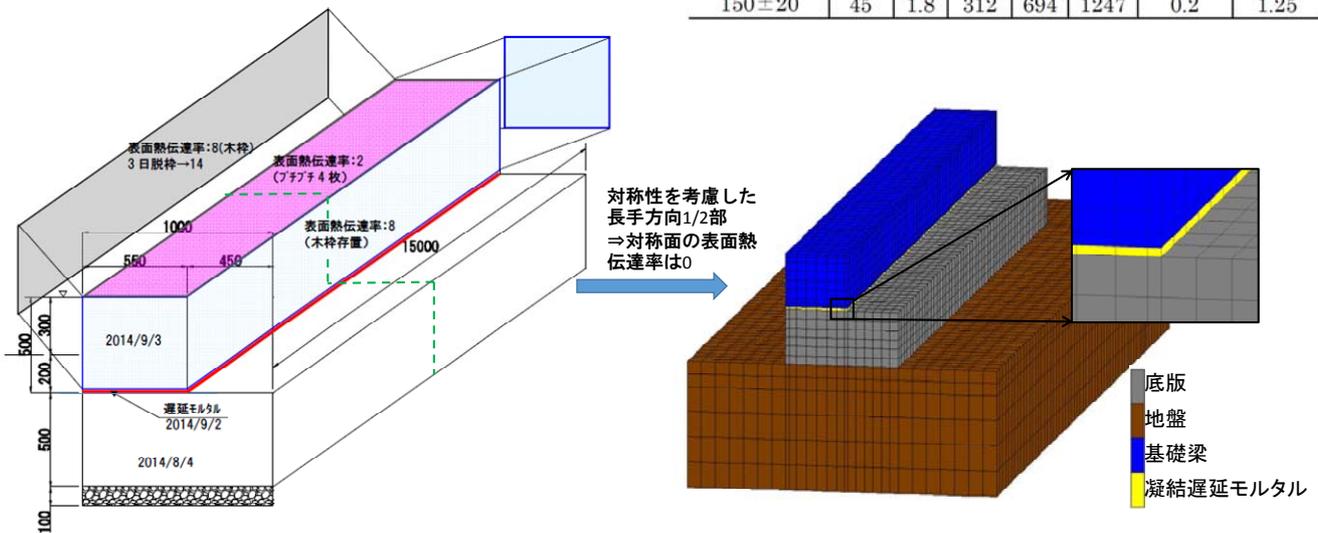


図-2 解析モデル図

キーワード 温度応力解析, 外部拘束, 凝結遅延モルタル

連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡 744 九州大学大学院工学研究院 TEL 092-802-3370

表-3 熱伝導解析に用いた条件一覧

項目	単位	設定値	
		底版, 壁	モルタル
打込み温度	(°C)	30.8	30.8
終局断熱温度上昇量	(°C)	43.0	考慮せず
断熱温度上昇速度に関する係数	-	2.0	
比熱	(kJ/kg°C)	1.15	1.15
熱伝導率	(W/m°C)	2.7	2.7
密度	(kg/m³)	2,324	2,400

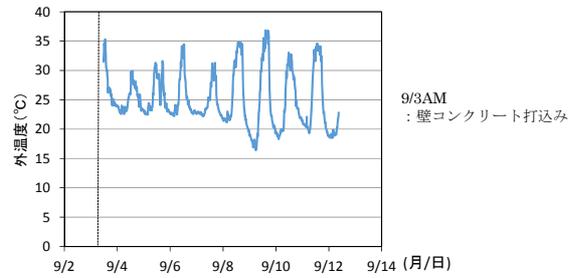


図-3 外気温 (実測値)

表-4 応力解析に用いた条件一覧

項目	単位	設定値		
		底版, 壁コンクリート	凝結遅延モルタル	
圧縮強度	(N/mm²)	JCI マスコン指針 2008	1.0×10 ⁶	
引張強度	(N/mm²)	JCI マスコン指針 2008 に準拠		
ヤング係数	(N/mm²)	JCI マスコン指針 2008 に準拠		
ポアソン比	-	0.2	0.2	
線膨張係数	材齢初期 (材齢 12 時間まで)	(1/°C)	5.8 (実測値)	10
	材齢中期 (材齢 24 時間まで)	(1/°C)	15.3 (実測値)	
	硬化後	(1/°C)	9.6 (実測値)	
乾燥収縮	(×10 ⁻⁶)	考慮せず		
自己収縮	(×10 ⁻⁶)	考慮せず		

3. 温度応力解析による再現

本研究では、有限要素法を用いて温度応力解析を実施した。図-2 に示すように対称性を考慮した長手方向に 1/2 部をソリッド要素によりモデル化した。なお、熱伝導解析では地盤の影響が少なからず生じるため、周辺地盤についても考慮することとした。表-3、表-4 に熱伝導解析、応力解析に用いた条件一覧をそれぞれ示すが、実測値があるものは実測値に基づき、それ以外は JCI 指針に従って設定した。ただし、断熱温度上昇量やその速度に関する係数については、図-4 に示すように壁コンクリート内の温度履歴が実測値と合うように逆解析的に決定した値を用いた。図-5 には、解析結果の一例を示すが、一般的な方法を用いたケース 1 においては、解析値も、温度上昇に伴い、約 70μ の膨張ひずみが生じ、その後は温度低下に伴い約 100μ の引張ひずみが生じるといった実測値と同様な傾向を示した。一方、凝結遅延モルタルを用いたケース 2 では、その膨張と引張によるひずみが共に低減されており、解析においても提案手法の有用性が確認できた。

4. 結論

凝結遅延モルタルを用いたひび割れ抑制手法の施工実験の再現解析を実施し、実験と同様に再現解析においても提案手法の有用性を確認できた。また、外気温や打設温度などの実測値を適切に用い、逆解析的に定めた断熱温度上昇特性を用いることで、温度や発生ひずみなどの実測値を精度良く再現することができた。

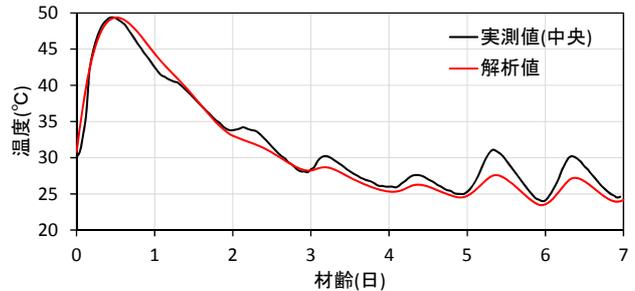
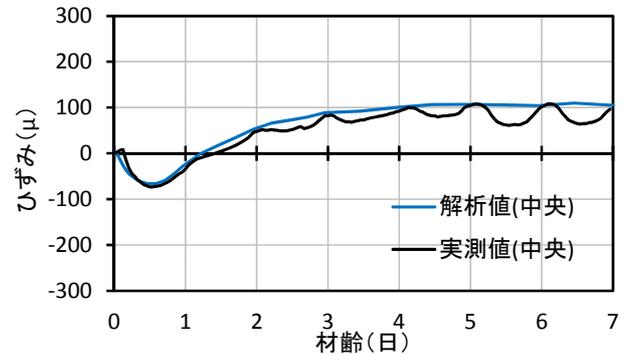
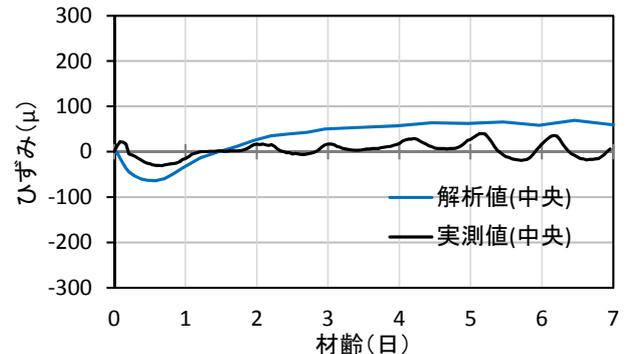


図-4 温度履歴の比較 (スパン中央, 断面中央)



(a) ケース 1



(b) ケース 2

図-5 ひずみ履歴の比較 (スパン中央, 打継ぎ部近傍)