

第1回 高知県コンクリート診断会 技術研究・業務体験発表会

RC巻立工法のひび割れ 抑制対策に関する一考察

高知県コンクリート診断士会(技術役員)濱渦 康博

工事概要



発注者：高知県須崎土木事務所

施工場所：高知県高岡郡津野町 赤木

路線名：国道197号

橋梁概要：赤木橋（1等橋、TL-20、橋長L=57m）

形式：ポストテンション方式PC単純T桁橋
＋プレテンション方式PC単純T桁橋

工事内容：橋脚コンクリート巻立て工（V=21m³）

目的：耐震性能2相当を確保するための耐震補強
「橋としての機能をすみやかに回復できる」

今回の発表内容について (RC巻立て工法)

問題点

- ・ ひび割れ事例が多い
- ・ 設計段階の配合では打設が困難（24-8-20N）

課題

- ・ コンクリート表層の緻密化（初期性能の確保）
- ・ 適用規準の見直し

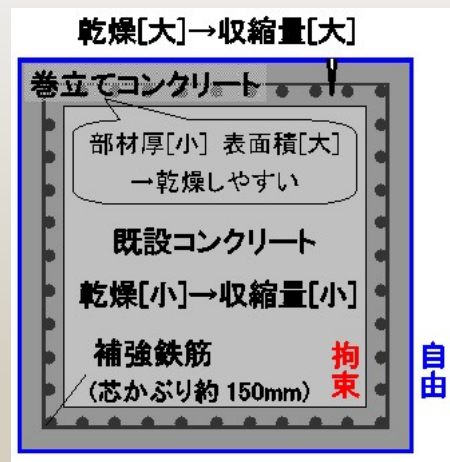
対策

- ・ 「配合」
- ・ 「型枠」
- ・ 「養生」

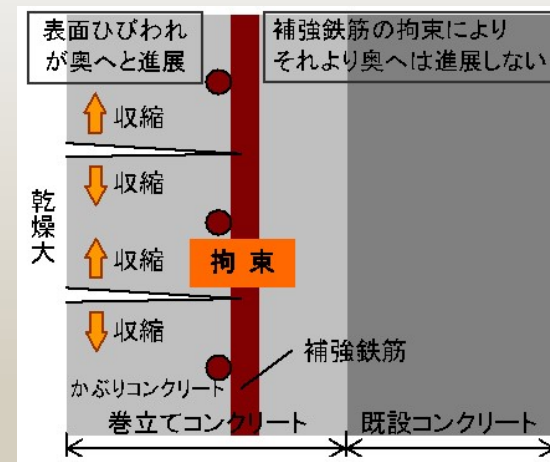
発注担当者の方と上記の問題点を共有して取り組んだ課題・対策について報告します。

RC巻立ては何故、ひび割れ事例が多いのか

- ・ 部材厚さが薄く、乾燥収縮の影響を受けやすい。
- ・ 補強鉄筋量が富であるため、鉄筋拘束を受けて内部拘束応力が発生しひび割れの発生に進展する。



【収縮ひび割れ発生説明図】



【内部拘束ひび割れ発生説明図】

⇒ひび割れの発生は耐震性能に影響を与えることが懸念されるため、ひび割れ抑制が必要である。

設計段階の配合では打設困難

発注時の配合 [24-8-25 (20) N]

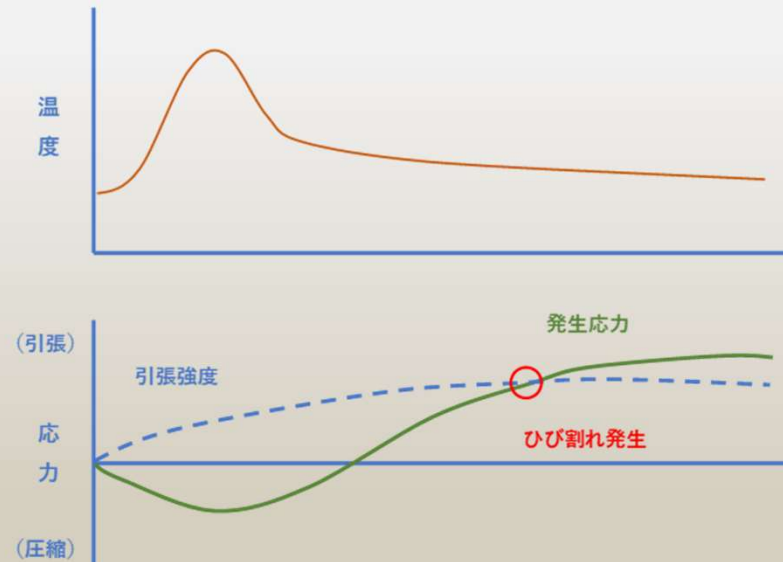
⇒部材厚さが薄く、補強鉄筋量（D51ctc300、D25ctc125）が多い。
ポンプ打設で施工する場合、スランプ8cmでの打設は困難である。

スランプ8cm：一般の場合のスランプ5～12cmの平均値として扱われるようになってきた。

スランプ8cmのコンクリートは、一般に単位水量が少なく、単位セメント量も過剰でなく経済的でもある。単位水量、単位セメント量ともに少ないことは乾燥収縮量が少なく、水和熱や自己収縮量も少なく、ひび割れ抵抗性の観点からも優れている。
（但し、ポンプ施工を前提としない場合において）

⇒初期欠陥によるひび割れ発生を抑制するため、型枠内の隅々までに充填できる配合が必要である。

ひび割れの発生は、収縮に伴って発生するコンクリートの引張応力が、コンクリートの許容応力度を超過した時点でひび割れが発生する。



⇒RC巻立て工法の場合、ひび割れ発生の起点は表層であるため、コンクリートの表層品質を高め
コンクリートの許容引張応力度を確保する対策が課題と考える。

コンクリート表層品質の確保に向けて

配 合

- ・流動化剤、膨張材の使用（適用規準に準拠）
- ・実機ミキサによる試験練りにて品質を確認

型 枠

- ・透水型枠工法によるコンクリート余剰水の排出と水和反応の促進

養 生

- ・熱電対によるリアルタイム温度履歴
- ・水和反応の促進に配慮した養生の工夫
- ・脱型後の養生

適用規準に準拠したコンクリートの配合設計

構造物施工管理要領(NEXCO)

施工性能に基づくコンクリートの配合設計・施工指針(案)(土木学会)

○鉄筋コンクリート巻立て工法

3-8-4 鉄筋コンクリート巻立て工法

(1) 使用材料

1) 鉄筋コンクリート巻立て工法に使用するコンクリートは、高性能 AB 減水剤を使用または現場にて流動化剤を添加するものとし、品質は表 3-8-1 のとおりとする。コンクリートの施工については、コンクリート施工管理要領による。

表 3-8-1 コンクリートの品質 (鉄筋コンクリート巻立て工法)

コンクリートの種別	材令 28 日における圧縮強度 (N/mm ²)	目標 スランブ (cm)			空気量 (%)	粗骨材の 最大寸法 (mm)	セメントの 種別	混和材の 種別
B1-4	24	現場にて流動化剤を添加するもの	ベースコンクリート	8±2.5	4.5±1.5	20、25	普通ポルトランドセメント 高炉セメント B 種	膨張材
			流動化コンクリート	15±2.5				
		高性能 AE 減水剤を使用するもの		15±2.5				

○打込みの最小スランブの確保

表 2.4.4 壁部材における打込みの最小スランブの標準値

総固め作業高さ	施工条件		打込みの最小スランブ ^{1) 2)} (cm)
	鋼材量	鋼材の最小あき	
3 m 未満	200kg/m ³ 未満	100mm 以上	8
		100mm 未満	10
	200kg/m ³ 以上 350kg/m ³ 未満	100mm 以上 100mm 未満	10 12
3 m 以上 5 m 未満	200kg/m ³ 未満	100mm 以上	10
		100mm 未満	12
	200kg/m ³ 以上 350kg/m ³ 未満	100mm 以上 100mm 未満	12 12
5 m 以上	—	—	15
		350kg/m ³ 以上	15

1) 標準的な施工条件の場合には、打込みの最小スランブから定まる荷卸し箇所の目標スランブは 21cm を上限とするが、特殊な施工条件の場合には、構造条件・施工条件から要求される施工性能を満たすように配合設計を行うことが望ましい。

2) 十分な総固めが不可能であると判断される場合は、高流動コンクリートを使用する。

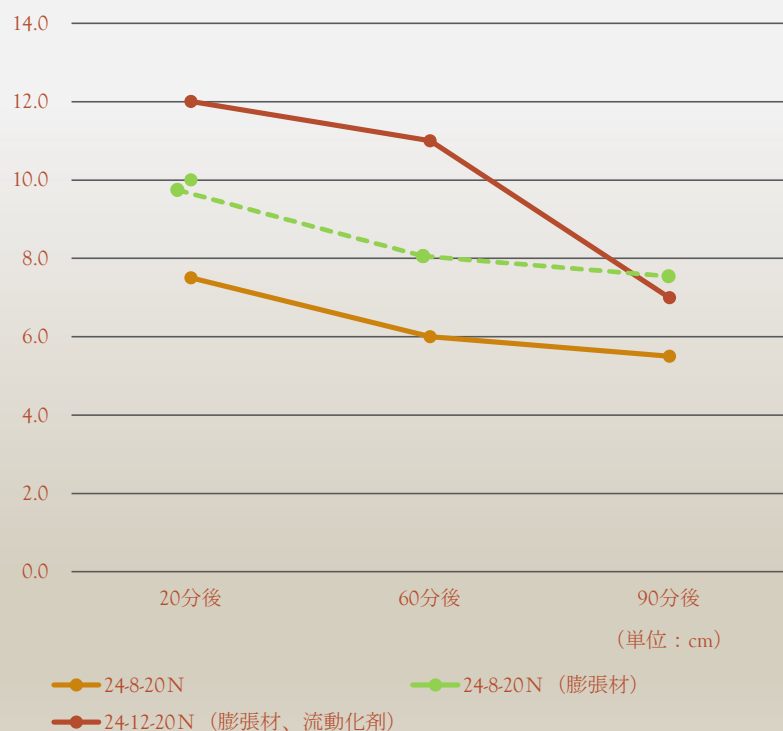
⇒ 24-8 (12) -20N(膨張材添加、流動化コンクリート)

⇒ 荷卸し地点のスランブ = 10cm + 2.5cm = 12cm

実機ミキサによる試験練りの実施

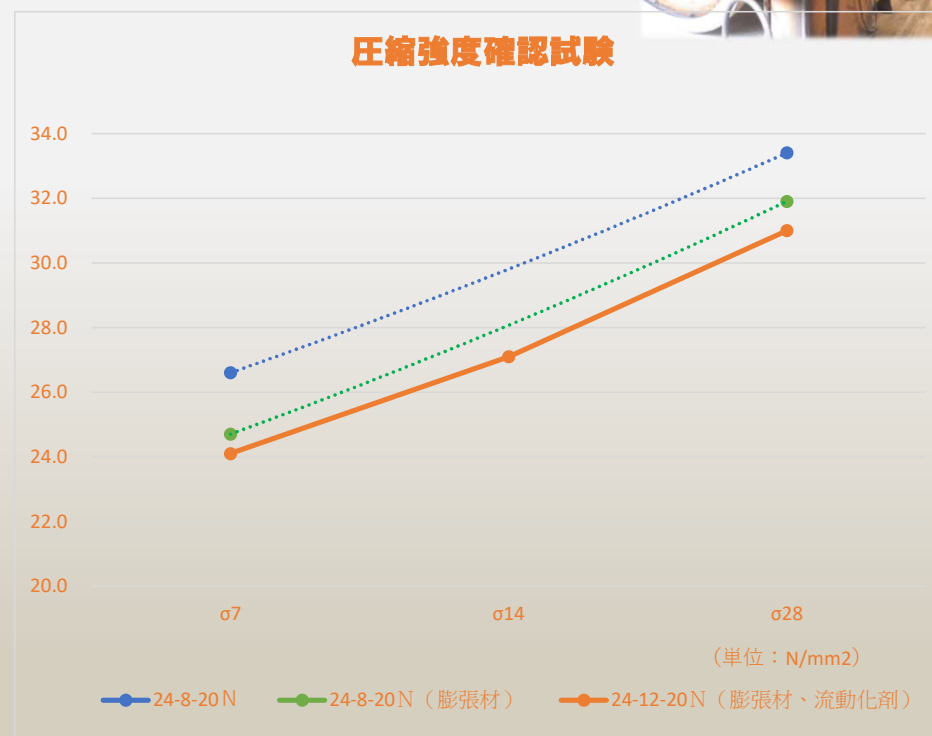


スランプ経時変化



⇒60分間は所定の性能が確保できる。

圧縮強度確認試験

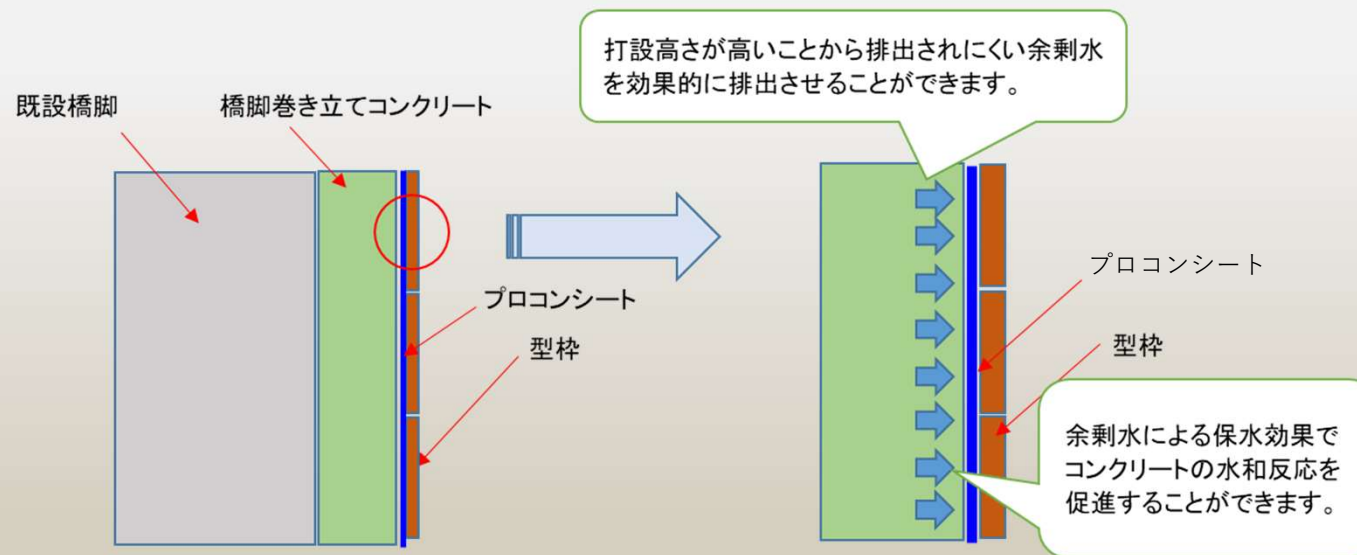


⇒各配合とも、所定の性能を確保できる。(24N/mm²)

透水型枠工法による表層品質の確保

< プロコンシート設置イメージ図 >

< プロコンシートの効果イメージ図 >



⇒打設後の余剰水の排出と、排出した余剰水による保水効果による水和反応の促進により
コンクリートの表層品質を高めることができます。

透水型枠工法の施工状況



裁断口スを無くすため製作台を設置



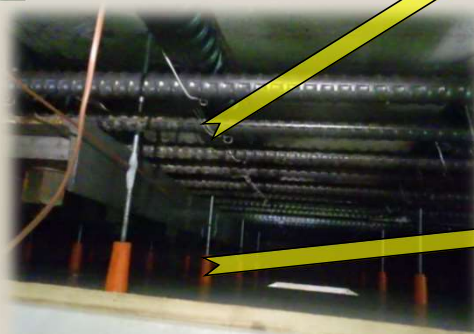
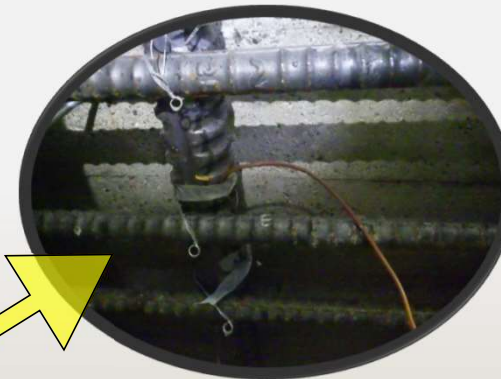
現場でしわにならないよう貼付け

⇒試験練り実施時にバイブレーター等の衝撃でしわにならないことも事前に確認しました。

熱電対による温度管理



熱電対を用いた自記温度計

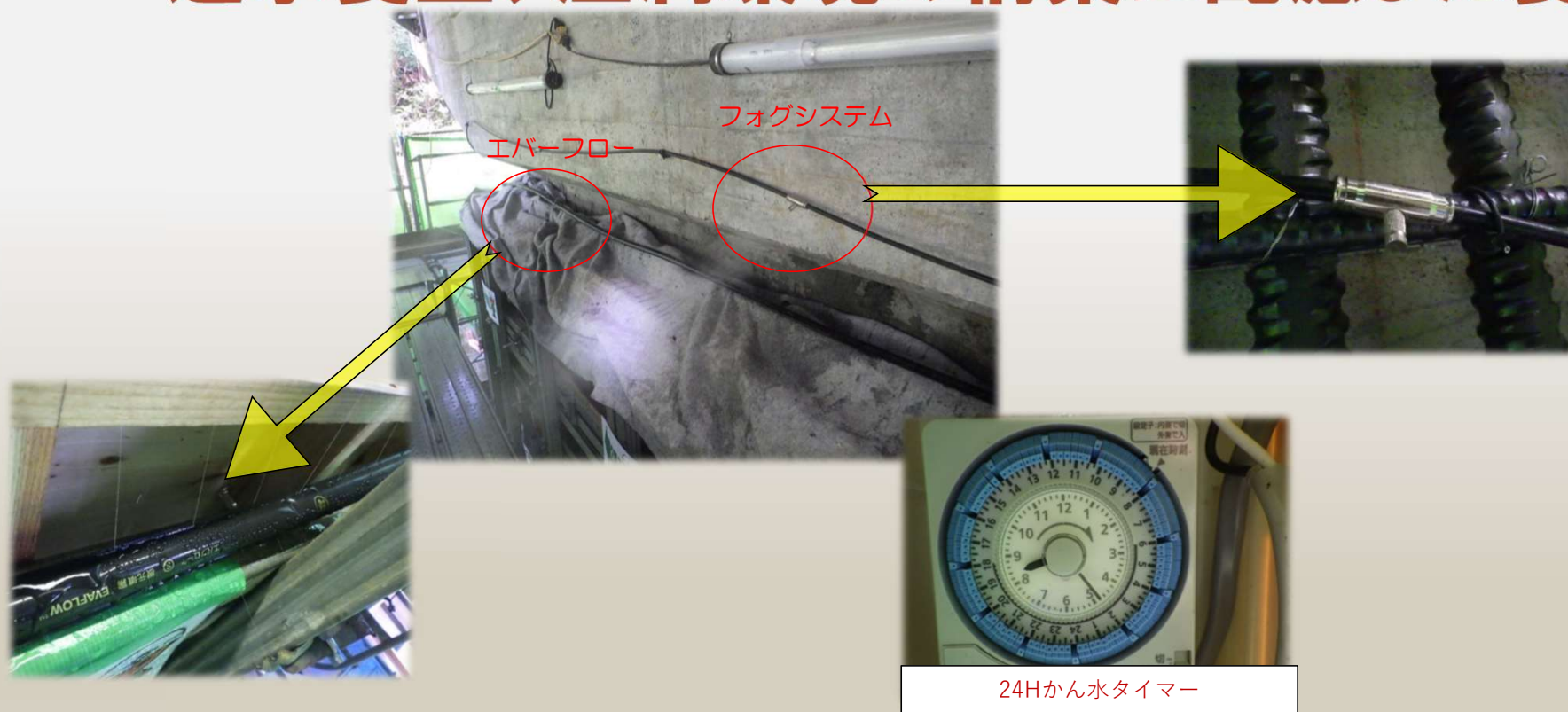


⇒4CH(コンクリート内外温度、外気温)の温度測定を実施し、養生期間の決定根拠としました。

赤木橋 コンクリート温度履歴 (9/15~10/7)



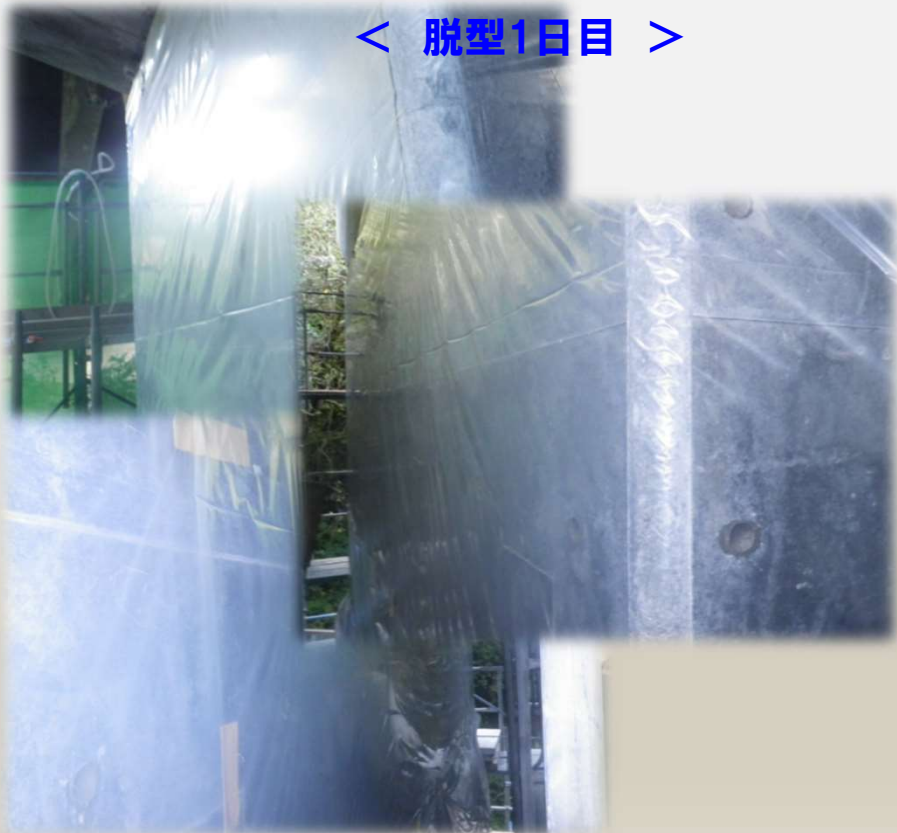
通水養生、湿潤環境の構築に配慮した養生



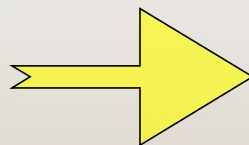
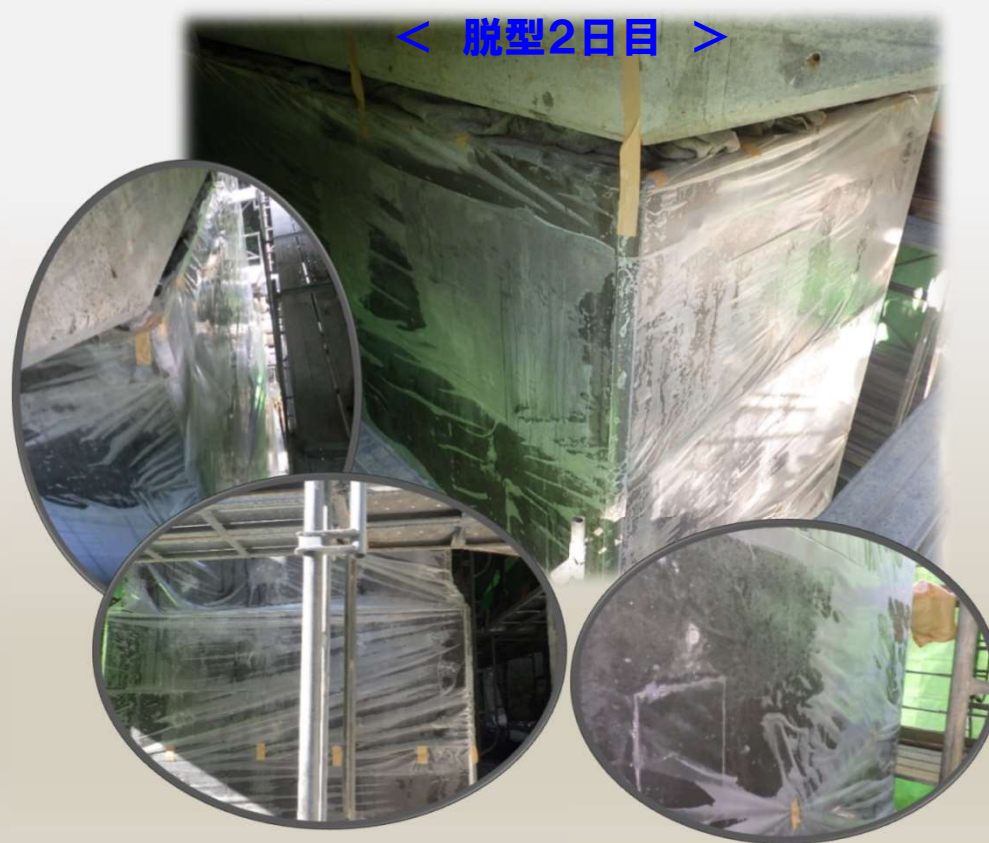
⇒24CHのタイマーを設置することで、養生期間中、水和反応の促進に配慮した湿潤環境を構築しました。

脱型後の水分逸散の抑制に配慮した養生

< 脱型1日目 >



< 脱型2日目 >



⇒脱型後、CON内部の水分逸散が始まりますが、シートを設置することで水和反応の長期化を図ります。

コンクリート表層品質の確認 (テストハンマーによる推定強度)

< 24-8(12)-20N(膨張材、流動化剤添加) >

コンクリート表層品質の確認		(N/mm ²)			
試験箇所		A1側	A2側	歩道側	平均
テストハンマーによる推定強度	1R	32.9	35.0	48.4	38.8
	2R	34.2(37.3)	34.7(37.9)	39.5(43.1)	36.1(39.4)

注) ()内数値は、材齢補正後の結果を示す。

呼び強度(24N/mm²)に対して、約1.6倍の圧縮強度が確認されました。

⇒圧縮強度と比例関係にある引張強度も増進することで、コンクリート表層のひび割れ抵抗性が高まります。

おわりに

須崎土木事務所内において発注されている次工事においても、赤木橋と同様の施工方法が実施され、ひび割れ発生無しを確認しています。

ご清聴ありがとうございました。