

# 耐震補強（コンクリート巻立て）に おけるひび割れ対策について

香川河川国道事務所 道路管理第二課 森下 莉子  
香川河川国道事務所 高松国道維持出張所 山田 麻里  
香川河川国道事務所 道路管理第二課 萱原 一朗

耐震補強工事で用いられるコンクリート巻立てで発生する乾燥収縮によるひび割れについて、対策の効果の検証した結果を報告する。

キーワード 耐震補強、RC巻立工法、品質管理、ひび割れ対策

## 1. はじめに

RC橋脚の耐震補強工法として、河積阻害率や施工上の制約が無い場合、経済的なRC巻立工法が採用されているが、過去に同工法で施工した橋脚には完成から2年経過した時点で0.2mm以上の有害なひび割れが発生しているものが確認された。



図ー1 ひび割れからサビがにじむ橋脚補強コンクリート

河川内の橋脚については、巻立コンクリートを非出水期（冬期）に打設することが多く、寒風による温度低下や乾燥、交通による振動の影響（環境による影響）を受ける。また、巻立コンクリートは薄くて表面積が広いため、乾燥収縮や既設コンクリートの拘束による影響（構造による影響）を受けることから、ひび割れが発生しやすい。

## 2. 試験の目的

ひび割れの原因としては、前述以外に材料分離、締固め不足、養生不足など施工の不備も影響するため、ひび割れ原因が施工にあるのか、それ以外にあるのかが判断できないことから、これまでのRC巻立工法でのひび割れ対策は、施工上の留意事項という扱いに留まっていた。そして、受注者がとり得る範囲で対策を行った結果、ひび割れが発生し、補修を行うというケースも生じている。

昨年度、同時期に一つの橋を二つの工事に分割してRC巻立補強の工事を発注したが、受注した二業者から「打設や養生方法の工夫のみではひび割れを防げない」という意見があった。これを受けて、本来RC巻立補強はどうあるべきかを検討するため試験施工を行い、対策の効果を整理することで、今後のあり方を検討することとした。

## 3. 試験方法

同一橋梁において以下のとおり、工法や養生方法を変えて、ひび割れの発生状況を確認することとした。試験対象となった橋梁は、全長233mで、補強が必要な橋脚数は6基となるが、このうち、P1橋脚は次年度の施工、P5橋脚は巻立後の霞堤復旧で隠れてしまうため対象外とした。



図ー２ 試験対象の橋梁（起点側から望む）

ひび割れ対策として一般的に使用される「膨張材の添加」、「鉄筋の追加」、「ガラス繊維ネットの貼付」を選定し、上り車線側と下り車線側で「対策あり」と「対策なし」に分けて施工した。

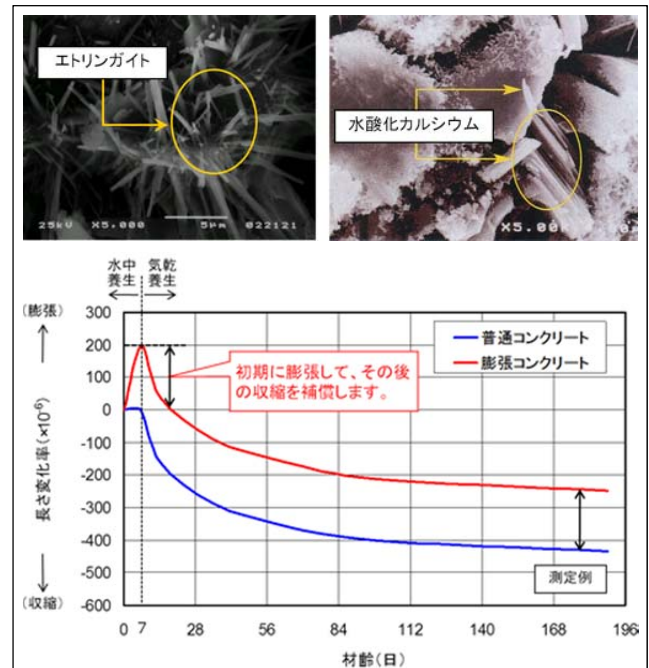
表ー１ ひび割れ対策一覧

| 打設<br>リフト | P 1 |    | P 2 |    | P 3 |    | P 4 |    | P 5 |    | P 6 |    |
|-----------|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|----|
|           | 上り  | 下り | 上り  | 下り | 上り  | 下り | 上り  | 下り | 上り  | 下り | 上り  | 下り |
| 4層        |     |    | 膨   | 膨  | 膨   |    |     | 膨  |     |    |     |    |
| 3層        |     |    | 膨   | 膨  | 膨   | 膨  |     | 膨  |     |    | 膨   | 膨  |
| 2層        |     |    | 膨   |    |     |    |     |    |     |    | 膨   | 膨  |
| 1層        |     |    |     |    |     |    |     |    |     |    |     |    |

膨：膨張材 筋：鉄筋 網：ガラス繊維ネット

■：保水シート等

1) 膨張材は、硬化の初期段階に、エトリンガイド（アルミン酸三カルシウム）や消石灰（水酸化カルシウム）を生成することで、コンクリートを膨張させ、その後に起きる収縮を補う石灰系の混和材であり、生コンクリート製造時に添加した。



図ー３ ひび割れ低減のメカニズム（膨張材協会HP引用）

2) 鉄筋は、乾燥収縮によるひび割れが主に鉛直方向に入るため、ひび割れを抑制する鉄筋D 13mmを15cm間隔で、主筋の前面へ水平に、配力筋の間に追加するように配置した。



図ー４ ひび割れ抑制鉄筋の配置状況

3) ガラス繊維ネットは、アルカリ度の高いコンクリート内にも埋設可能な耐アルカリ性の仕様となっており、鉛直方向のひび割れを引張り張力で抑制するため、打設リフト3層目上下の水平方向に2段配置した。



図ー5 ガラス繊維シートの配置状況

なお、全ての橋脚には、脱型後の水分蒸散を防ぎ、初期の乾燥収縮の低減で微細なひび割れを抑制することを目的に、乾燥収縮低減剤を表面に塗布している、また、P2及びP6橋脚は保水用のシート等で覆い乾燥を防ぐ対策も実施している。



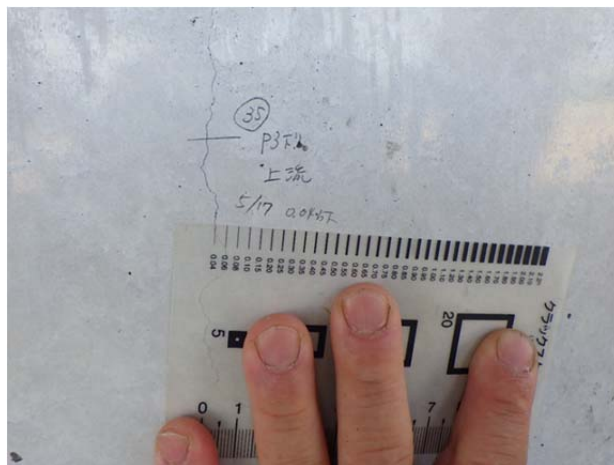
図ー6 乾燥収縮低減剤の散布状況



図ー7 保水シートによる養生状況

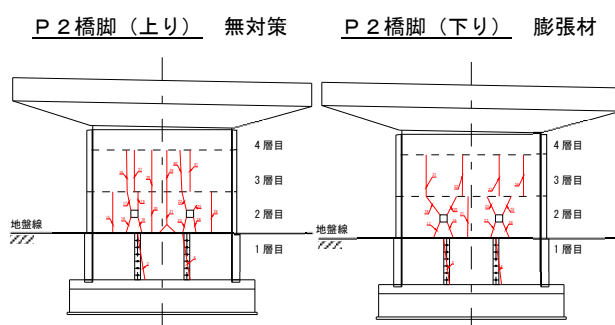
#### 4. 試験結果

コンクリート打設後1～3ヶ月が経過した時点で「対策無し」と「対策有り」の橋脚のどちらも乾燥収縮による初期ひび割れが発生したが、ひび割れの幅は、全てクラックスケールで計測できる最小値の0.04mm以下で、注入等の補修を要するとされる0.2mm以上のひび割れの発生はなかった。



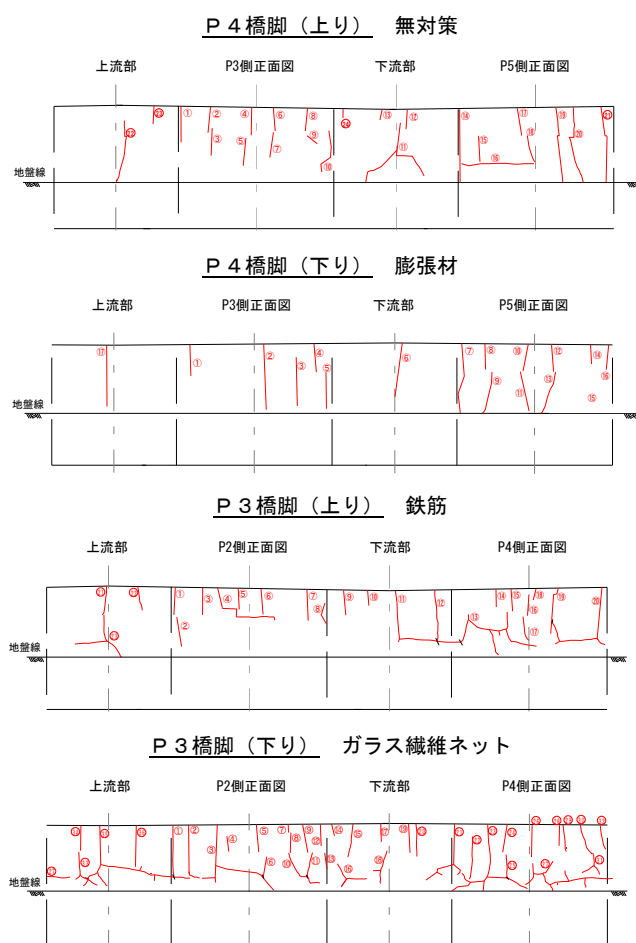
図ー8 クラックスケールによる調査状況

P2橋脚では上り車線側を無対策、下り車線側を膨張材添加のコンクリートとしたが、膨張材を添加した方が明らかにひび割れの発生が少ない結果となった。



図ー9 P2橋脚（上り）と（下り）のひび割れ発生状況

P3～4橋脚の対策を展開図と比較すると、P2橋脚と同じく膨張材の効果は明らかであるが、鉄筋及びガラス繊維シートによる効果は余り確認できない結果となった。



図－１０ Ｐ３・Ｐ４橋脚のひび割れ発生状況展開図

鉄筋については、１５ｃｍ間隔で密に配置された配力筋の間に追加したため、ひび割れの状況を大幅に改善させるまでの効果を発揮しなかったのと推測される。

また、ガラス繊維シートについては、設置したことが原因とみられる水平方向のひび割れが見られる。そして、鉛直方向のひび割れについては、設置間隔が１．６ｍと粗かったため（メーカー推奨は０．５ｍ）、ひび割れに対する抑制力が不足して発生したものと推測される。

コンクリートの乾燥収縮は６ヶ月以上継続するが、今回の調査は、コンクリート打設後１～３ヶ月後に実施していたため、本来の効果を検証できていると言いつらいが、次のような傾向が見られた。

- ・膨張材を添加することで、収縮によるひび割れは明らかに低減する。乾燥収縮低減剤の塗布も含めて相乗効果でひび割れの発現の抑制が期待できる。

## ５．まとめ

橋脚の巻立コンクリートように、厚さが薄く、既設コンクリート等で拘束される部材は、乾燥や拘束によるひび割れが発生しやすい構造と言える。

工事完成時点で確認されていないひび割れが、時間が経つにつれて新たに発生したり、幅が広がることもあり、完成後２年までの瑕疵担保期間に補修が必要なひび割れ等が確認された場合、受注者と補修協議を行うこととなる。

必要な耐久性をどう確保していくべきか、今回の試行では今後のあり方までは整理できなかったが、膨張材の添加については、一定の効果が認められたことから、経過観察を踏まえ、標準的な仕様として採用を検討すべきではないかと思われる。

（例）収縮対策として認めるもの

- ・部材：函渠、床版、壁高欄 など
- ・対策：膨張材、乾燥収縮低減剤 など

表－２ 対策費用の例（Ｐ３・Ｐ４橋脚打設リフト３層目）

|         | 施工費（経費抜き） | 無対策に対する割合 |
|---------|-----------|-----------|
| 無対策     | 79,300 円  | —         |
| 乾燥収縮低減剤 | 86,860 円  | 109.5%    |
| 膨張材     | 100,750 円 | 127.0%    |
| 鉄筋      | 101,080 円 | 127.5%    |
| ガラス     | 114,600 円 | 144.5%    |

最後に、今回の調査では、対策箇所と未対策箇所で大きな違いを確認することができなかったが、今後も６ヶ月後、１年後と経過を観察するなど、効果検証を続けていく予定である。