

# 遅延合成工法によるコンクリート壁高欄のひび割れ制御について

北海道開発局 正会員 三田村 浩<sup>1</sup>  
川田工業 正会員 橋 吉宏<sup>3</sup>

北海道開発局 小野寺敬太<sup>2</sup>  
川田工業 正会員 北川 幸二<sup>3</sup>

1. まえがき 鋼床版上のコンクリート壁高欄は、鋼桁からの拘束が大きくひび割れが生じやすい。積雪寒冷地域では浸透塩分による鉄筋腐食や凍結融解の観点から、この部位のひび割れ発生を避けなければならない。北海道では壁高欄に膨張コンクリートを用いることを標準としているが、それでもひび割れを完全に抑えることはできないのが現状である。本報告で対象とした千歳高架橋

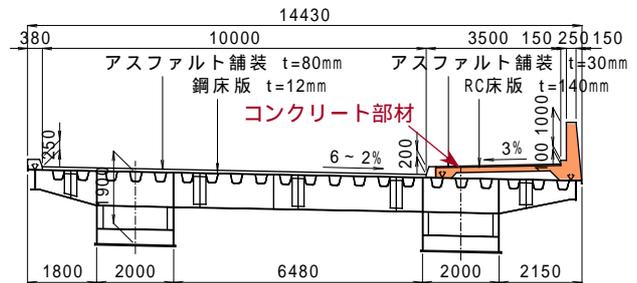


図-1 断面図

D橋 RIGHT橋（図-1）では、膨張コンクリートの能力を十分に引き出し、またコンクリートの収縮に対しても拘束力が小さくなるように、壁高欄と鋼床版の境界面に遅延合成工法を試験的に採用してひび割れの抑制を試みた。本報告では施工、調査の結果およびコンクリートと遅延合成工法の有効性について述べる。

2. 本工事の概要 千歳高架橋 D橋 RIGHT橋は、橋長が172mの3径間連続鋼床版箱桁橋であり、片側歩道の下にRC床版およびコンクリート壁高欄はスラブアンカーを介して鋼床版と接合している。図-2に示すように、上記のコンクリート部材は鋼床版に拘束されるために、施工後数ヶ月間の乾燥収縮進行にともない内部引張応力が作用し、引張強度を上回る場合にはひび割れが発生

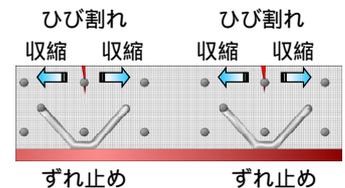


図-2 コンクリートの収縮

する。本工事では膨張コンクリートを使用して乾燥収縮進行後の内部引張応力を低減するよう努めるとともに、近年施工実績が増加している遅延合成工法<sup>1)</sup>を部分的に採用して、効果的なケミカルプレストレスおよびケミカルプレストレスの導入と乾燥収縮による引張応力の低減を図った。なお、遅延合成構造に関する既往の試験はPRスタッドを対象としているが、本橋のスラブアンカーについても同様な挙動を期待した。

3. 計画と施工 本工事では、 $30\text{kg/m}^3$ を配合した膨張材で若干のケミカルプレストレスを期待し、施工後初期のコンクリートに圧縮応力を作用させ、乾燥収縮進行後の内部引張応力の低減を図った。ここで、標準養生したコンクリート試験体の平均圧縮強度は材令7日で $20.9\text{N/mm}^2$ 、28日で $30.4\text{N/mm}^2$ 、また



写真-1 樹脂モルタルの施工

材令7日まで $20 \pm 1$ で水中養生した試験練りコンクリートの拘束膨張試験(A法)での膨張ひずみは材令7日で平均 $247 \times 10^{-6}$ であった。さらに凍結融解試験の結果、300回終了時の質量減少率が0.5%以下、相対動弾性係数が85%以上であり、コンクリートの耐久性を確認した。現場施工は、片側桁端から10mの範囲に遅延合成工法と採用し、その他の従来工法による範囲と併せて施工後のコンクリートの状態を継続的に目視確認、比較することとした。ここで樹脂モルタルは写真-1に示すように、スラブアンカーの溶接部と曲上げ筋の根元部に被覆、およびコンクリートが接する鋼床版面へ塗布した。その後、寒中養生用の仮囲内にて配筋・型枠作業を行い、歩道下RC床版、壁高欄、地覆の順にコンクリートを打設した。養生時の壁高欄コンクリートの温度は15から30程度であった。

4. 効果の確認 目視調査では、コンクリートの施工から約6ヶ月後まで見受けられなかったひび割れが、約9ヶ月後に確認された。その状況を図-3に示すが、従来工法の範囲では1mから2mの間隔で均等にひび

キーワード：遅延合成工法、コンクリート壁高欄、ひび割れ制御

- |   |                          |                  |                  |
|---|--------------------------|------------------|------------------|
| 1 | 〒060-8506 札幌市中央区北2条西19丁目 | TEL 011-611-0111 | FAX 011-621-3513 |
| 2 | 〒062-0912 札幌市豊平区水車町1丁目   | TEL 011-822-1342 | FAX 011-811-3301 |
| 3 | 〒114-8562 東京都北区滝野川1-3-11 | TEL 03-3915-3301 | FAX 03-3915-4327 |

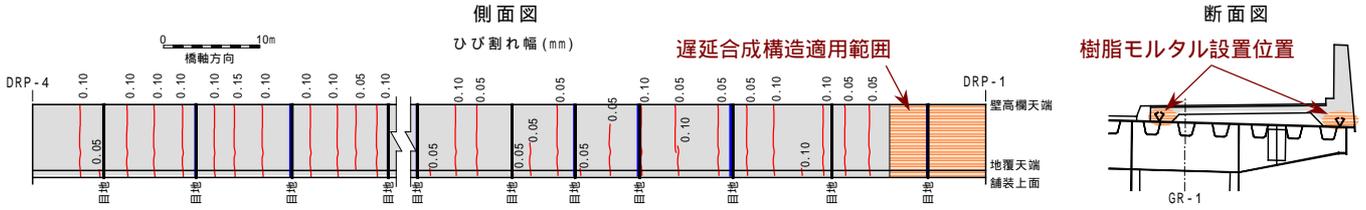


図-3 ひび割れ状況（約9ヶ月後）

割れが発生しており，約6mから10mの間隔で配置した伸縮目地付近にも一様に分布していた。ひび割れ幅は0.05mmから0.20mm以下であり，そのうちの8割程度は地覆から壁高欄天端に達していた。一方，遅延合成工法の範囲ではひび割れが確認されなかった。従来工法と遅延合成工法によるコンクリートの膨張および収縮の相違を，図-4のように表現する。

4-1. コンクリート膨張時 一般に弾性係数の発現時期にあたる若材令の膨張コンクリートの弾性係数を予測するのは，クリープの影響などを考慮すると非常に難しい問題のひとつである。本報告ではケミカルプレストレスの試算にあたり，評価式のひとつとして提案されている仕事量一定則を表す式-1<sup>2)</sup>を用いた。

$$U_s = p_s E_p \epsilon_{ss}^2 \quad \text{式-1}$$

式-1の $U_s$ は膨張コンクリートがなす仕事量， $p_s$ は拘束鋼材比， $E_p$ は拘束鋼材の弾性係数， $\epsilon_{ss}$ は膨張ひずみである。上式によれば，膨張コンクリートが有する膨張能力は一定であり，コンクリート膨張時のエネルギーは拘束鋼材が伸びるエネルギーにも消費されることになる。前項に示した拘束膨張試験（A法）の膨張ひずみ

は拘束鋼材比が0.96%の結果であり，本橋では拘束鋼材に鋼桁部を含めると拘束鋼材比はおよそ15%であるため，式-1によれば本橋の従来工法で施工された壁高欄コンクリートに発生する圧縮応力は $+2.2\text{N/mm}^2$ となる。一方，遅延合成工法で施工された範囲では拘束鋼材はコンクリートの橋軸方向鉄筋のみであると考えれば，コンクリートに発生する圧縮応力は $+0.5\text{N/mm}^2$ となる。

4-2. コンクリート収縮時 材令1週間以降のコンクリートの弾性係数は，若材令時に比べて変化が緩やかである。コンクリート標準示方書によると，鋼材比1%のコンクリートの材令9ヶ月の乾燥収縮ひずみは $-278 \times 10^{-6}$ である。このとき，従来工法では合成したコンクリートと鋼桁部が一体で収縮し，コンクリートには膨張時に蓄積された圧縮応力を上回る引張応力（ $-5.2\text{N/mm}^2$ ）が生じ，結果としてひび割れを引き起こす引張応力（ $-3.0\text{N/mm}^2$ ）が作用する。一方，橋軸方向鉄筋のみに拘束された遅延合成構造のコンクリートには，膨張時に蓄積された圧縮応力と同程度の引張応力（ $-0.5\text{N/mm}^2$ ）しか生じない。この結果，膨張コンクリートを使用した従来工法では発生するひび割れが，遅延合成工法により抑制できたと考えられる。

5. まとめ 本工事では，鋼床版とコンクリート壁高欄の接合部に，遅延合成工法を部分的に試験施工した。コンクリートの収縮進行後の調査では，膨張コンクリートのみを使用する従来工法と比べ，遅延合成工法を併用することでひび割れ抑制に大きな効果が期待できることを確認した。従来から，鋼床版上に限らず地覆や壁高欄などの後打ちコンクリート，あるいは地覆の高欄柱立て込み部などではひび割れ抑制が課題となっている。特に積雪寒冷地では，橋面コンクリートのひび割れは，凍結融解や凍結防止剤等による劣化につながる。今後，橋梁全体の耐久性の向上を図り，コンクリートのひび割れを抑制する上で，遅延合成工法の利用，あるいは膨張コンクリートとの併用が有効な手段のひとつになると考える。

[参考文献] 1) 渡辺, 橋, 北川, 牛島, 平城, 栗田: 遅延合成構造の開発と実用化に関する研究, 構造工学論文集 Vol.47A, 2001.3

2) 辻: ケミカルプレストレスおよび膨張分布の推定方法, コンクリート工学 Vol.19, 1981.6

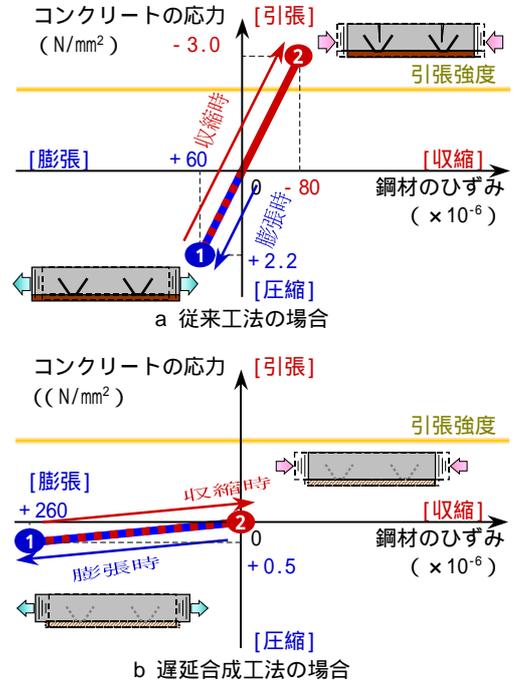


図-4 コンクリートの応力と鋼材のひずみ