

## 鋼床版上 R C 高欄のひびわれ対策

大阪第三建設部 設計課 森 喜 仁  
同 部 同 課 高 田 佳 彦

### 要 約

湾岸線において、鋼床版上の R C 高欄にひびわれが多数発生し、その対策工の開発のために試験工事をおこなった。その結果、ひびわれ発生原因は、鋼床版の温度変化に伴う鋼桁の変形が高欄コンクリートに拘束されることにより生じる引張応力によるもので、コンクリートの乾燥収縮や温度の繰り返し履歴によってひびわれが顕在化することがわかった。そこで、コンクリートおよび鉄筋を縁切りした伸縮目地を10m程度毎に設置すると、鋼桁の変形に対する高欄の拘束を低減し、その追従性を高めひびわれ発生を低減できることが判明した。また、実験結果から、膨張材は初期の段階でのひびわれ抑制効果があり、収縮低減剤は大きな効果があった。そこで、完全に縁切りした伸縮目地を10m程度毎に配置し、膨張材と収縮低減剤を併用することが、ひびわれ対策として有効であるとの結論を得た。

### まえがき

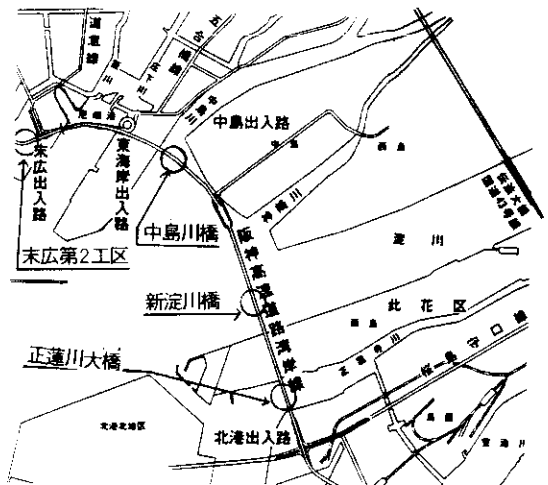
大阪湾岸線新淀川橋梁の R C 高欄や中央分離帯にはコンクリート打設直後よりひびわれが発生し、その後時間の経過とともに発達して、材令2年でひびわれ間隔0.5m程度、ひびわれ幅は大部分が0.2mm未満であるが、一部には0.4mmに達するものも認められるようになってきている。これらは高欄の内・外側のほぼ同一の位置に発生していることから、主鉄筋位置まで達していると推定される。

R C 高欄に関して、従来と同様の構造形式や施工方法を採用している限り建設段階でのひびわれを防止することは困難であると思われる。

湾岸線においては、長大スパンの鋼床版箱桁に R C 高欄を組み合わせる場合が多いことから、何らかのひびわれ対策法の開発が必要となってくる。

R C 高欄のひびわれ対策としての改良案は、施工面と設計面とから検討されるべきものである。

施工面での改良は主に乾燥収縮の低減によるひびわれ発生防止を目的としており、養生方法や期間



図一 位置図

の工夫、コンクリート配合の見直し等が考えられる。一方、設計面での改良は、乾燥収縮や温度応力を構造的に吸引できるようにすることであり、高欄に対する桁の影響を小さくする方法や乾燥収縮ひびわれは不可避なものとして表面保護を別途行う方法等があげられる。いずれにせよその対策は高欄の機能性及び耐久性を損なうものであってはならず、かつ施工性、経済性に優れるものでなければならない。

そこで、大阪湾岸線正蓮寺川大橋において、鋼

構造物標準図集<sup>1)</sup>で示されているVノッジの収縮目地構造の改良と膨張材使用によるひびわれ対策試験工事を行った。次に、その結果を踏まえて兵庫湾岸線末広第2工区において、コンクリートおよび鉄筋を縁切りした伸縮目地の設置間隔の改良、膨張材および収縮低減剤を用いた試験工事を行った。また、末広第2工区の試験工事に先立ち同工区の橋梁を対象とした数値解析を行った。

本文は、それらの一連の結果よりひびわれ対策について述べたものである。

表-1 新淀川橋におけるひびわれ集計表

名称	構造型式 床版の種類	高欄 内側 外側	ひびわれ幅(本数)				ひびわれ 本数計 (A)	高欄延長 m (B)	高欄1m当り ひびわれ 本数 (A)/(B)	防護アンカーと ハンドネールBOX にかかる ひびわれ(C)	(C)/ (A)×100 (%)	ハンドネール BOXの数 (D)	ハンドネールBOX(E) にかかるひび 箇所 (E)	(E)/ (D)×100 (%)	外面 内面	備考
			0.2mm 未満	0.2~ 0.3mm	0.3~ 0.4mm	0.4mm 以上										
壁高欄 神戸行車線	3径間連続 鋼床版	内側	386	43			429	224.7	1.91	90	21.0	8	5	62.5	0.97	材合 720日
		外側	372	42			414	224.7	1.84	85	20.5					
中央分離帯	鋼床版	大阪行	214	46		1	261	224.7	1.16	8	3.1				1.00	材合 720日
		神戸行	214	46		1	261	224.7	1.16	8	3.1					
壁高欄 大阪行車線		内側	428	35			463	224.7	2.06	93	20.1	8	7	87.5	0.98	材合 720日
		外側	417	35			452	224.7	2.01	85	18.8					

### 1 ひびわれ発生状況

ひびわれ発生状況として、新淀川橋梁のひびわれ集計表<sup>2)</sup>を表-1に示す。同橋は昭和62年10月

にコンクリートが打設されており、打設後約2カ月で幅0.01~0.08mmのひびわれが0.3~1.5m程度の間隔で発生していたが、約2年後では、大部分のひびわれ幅が0.05~0.20mmに、ひびわれ発生間

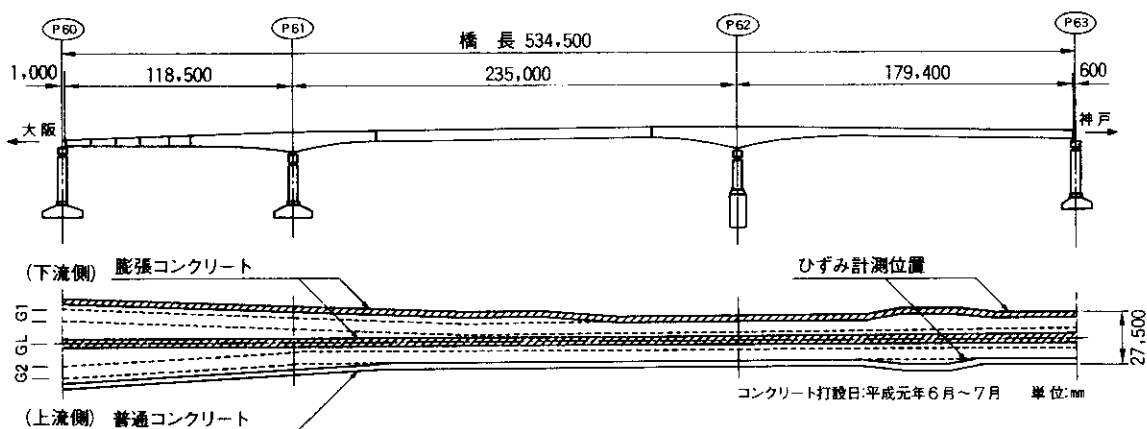


図-2 正蓮川大橋一般図

表-2 コンクリート配合表

項目	M.S	Sℓ	Air	W/C	S/A	C	W	S	G	膨張材
種別	(mm)	(cm)	(%)	(%)	(%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )
普通コンクリート	20	8	4	50	44	332	166	779	1011	-
膨張コンクリート	20	8	4	50	44.9	302	166	776	1011	30

隔は0.5~1.0m程度と増加していた。

## 2 正蓮寺川大橋ひびわれ対策試験工事

### 2-1 試験工事の概要

正蓮寺川大橋の高欄および中央分離帯のコンクリート打設にあたり、収縮目地構造の改良と一部膨張材使用によるひびわれ低減を目的とした試験工事を行った<sup>3)</sup>。図-2に、試験工事範囲を示す。収縮目地の改良は、10m程度の間隔で設置されているVノッジの切込みを入れた収縮目地において図-3のように切欠き中央にφ=25mmの塩ビ管を埋設した。これにより、断面欠損率をあげてめく

ら目地効果を高め、コンクリートの乾燥収縮や鋼床版の変形を吸収することによって、ひびわれを抑制しようとしたものである。膨張材は積極的な膨張作用より収縮防止を目的とし、下流側高欄および中央分離帯に30kg/m<sup>3</sup>添加し、上流側高欄に使用した普通コンクリートと比較できるようにした。表-2にコンクリート配合表を示す。

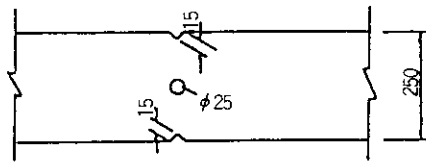


図-3 改良型収縮目地構造図

### 2-2 追跡調査

試験工事のひびわれ対策効果を検証するために、下記の項目について追跡調査を実施した。

#### (1)高欄断面内部のひずみ測定

コンクリートの収縮に対する配力鉄筋の拘束度、および温度変化による橋梁変形が高欄に与える影響を調べるため、高欄断面内部のひずみ分布を計測した。図-4のように、高欄の上部と下部のコンクリートひずみ、配力鉄筋ひずみ、および、高欄底部のデッキプレートの橋軸方向ひずみを、1断面当りそれぞれ2、2、1点ずつ計測した。

また、実橋と同一断面で長さ1.5mの模型高欄供試体を普通コンクリートと膨張コンクリートをそれぞれ用いて作成し、実橋高欄と同一条件で打設養生した。なお、模型高欄は、暴露箇所に配置する際に鋼棒の上に設置して付着による下面の拘束を解放し、乾燥収縮以外の影響を受けないようにした。

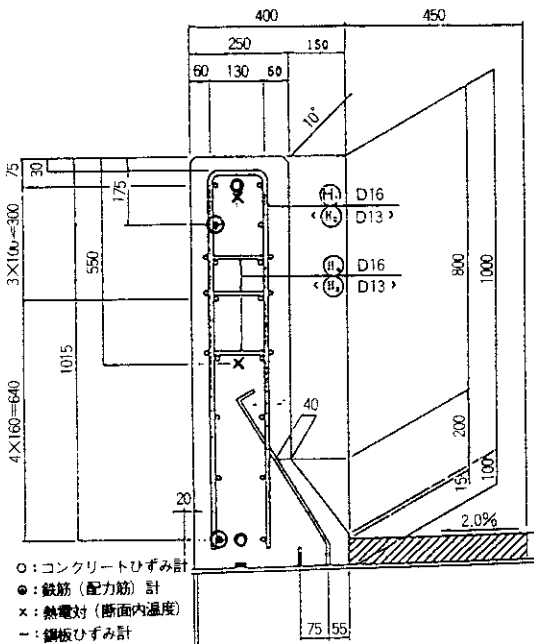


図-4 高欄断面内部のひずみ計測位置

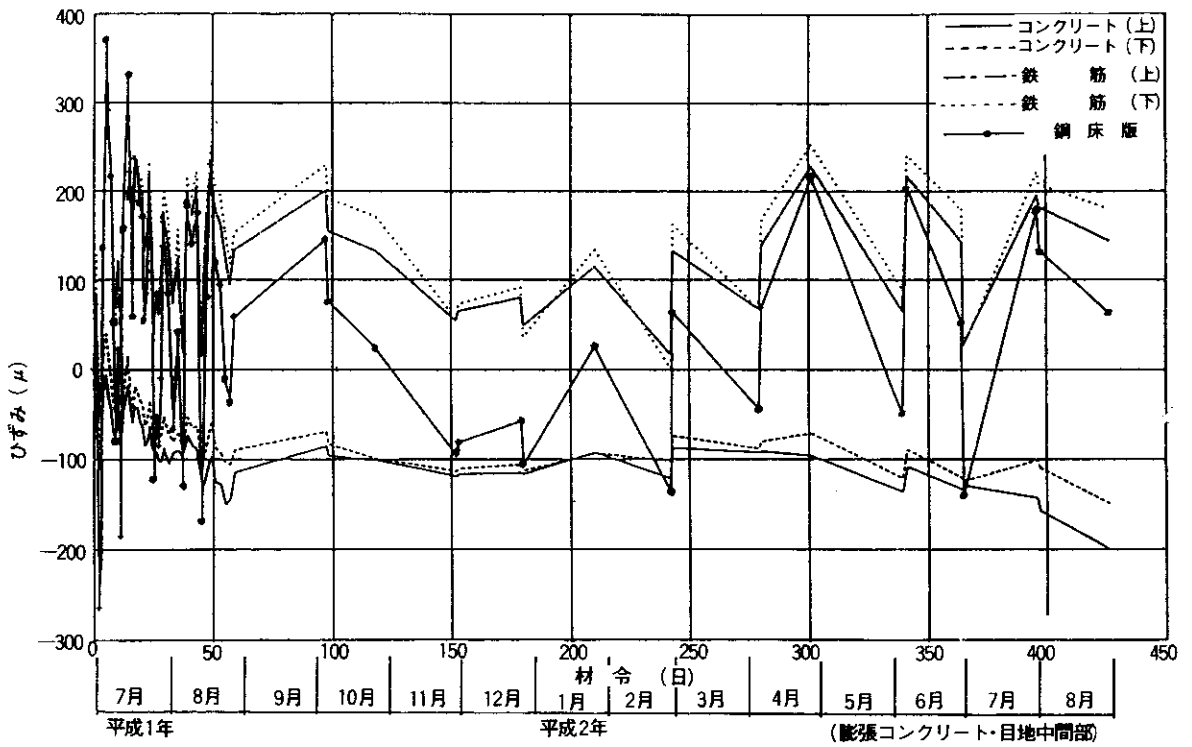


図-5 高欄断面内部のひずみの経時変化

図-5は、実橋の中間部での高欄断面内部のひずみの経時変化を表したものである。コ

ンクリートは収縮側、鉄筋は引張側のひずみ生じている。鉄筋やコンクリートは、鋼床版

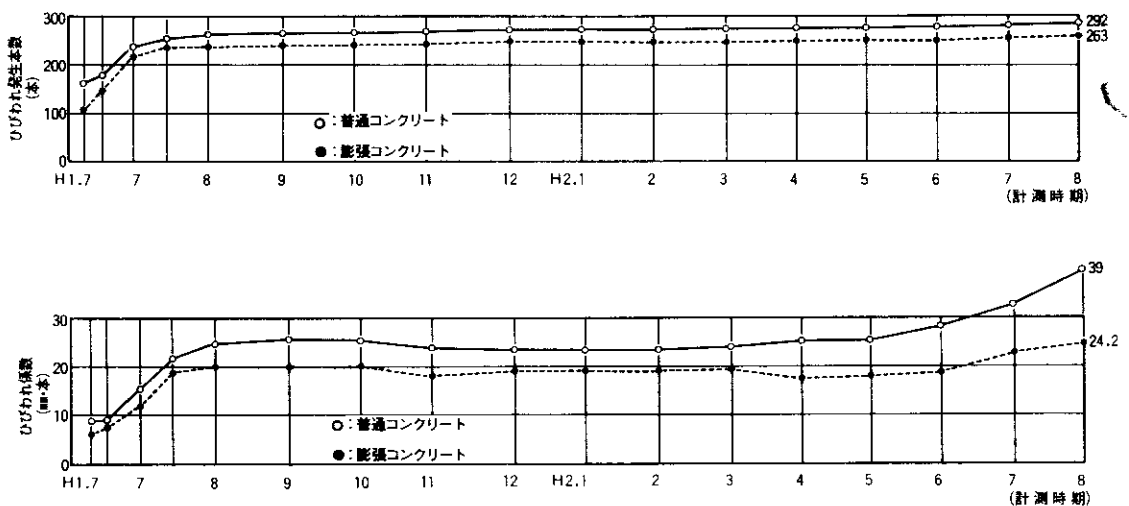


図-6 ひびわれ状況経時変化 (神戸側側径間:  $l = 180\text{m}$ )

表一 3 正蓮寺川大橋におけるひびわれ集計表

項 目	橋 梁 型 式	ひびわれ幅 (本数)				ひびわれ 本 数	高 欄 延 長 (m)	1m当りのひ びわれ本数 (本/m)	1m当りのひ びわれ係数 (mm本/m)	材 令 (日)	備 考
		0.1mm 未満	0.1~ 0.2mm	0.2~ 0.3mm	0.3mm 以上						
普 通 コンクリート	3 径間連続鋼 床版2BO×桁	64	202	26	0	292	179.6	1.63	0.147	420	
膨 張 コンクリート		145	117	0	1	263		1.46	0.131		

の温度変化に伴う伸縮の影響を受けていることがわかる。

模型高欄においては、膨張コンクリートは材令3日目位までは膨張し以後は緩やかに収縮傾向を示した。

(2)ひびわれ測定

実橋高欄と模型高欄についての、ひびわれの本数と幅について測定を行った。図-6は神戸側側径間 ( $l=180m$ ) の範囲における実橋高欄のひびわれ状況の経時変化<sup>4)</sup>を、表一3はひびわれ集計表をそれぞれ示す。打設初期の段階では、膨張コンクリートのひびわれ抑制効果が出ている。材令60日を過ぎると発生本数はほぼ停滞し、材令420日で高欄1m当りでは普通コンクリート：1.62本/m、膨張コンクリート：1.46本/mとなり、膨張コンクリートは普通コンクリートの約90%となっている。

模型供試体においては、材令60日で普通コンクリート、膨張コンクリート共外観上ひびわれは発生しておらず、乾燥収縮がひびわれ発生の主因ではないと考えられる。

(3)温度変化による橋梁の変化

夏、秋、冬によいて、温度による橋梁の変形を調査した。

実測結果により、温度の降下によって側径間の中央部が下がり(最高55mm)、中央径間の中央部が上がる(最高50mm)変形が生じていることがわかった。また、P63支点上可動支承の水平変位は、夏期において6.8mm/℃であった。

2-3 試験工事結果

本試験工事結果よりコンクリート打設が平成元

年6~7月であり、平成3年8月までの約14ヶ月の追跡調査によって、以下のことが判明した。

- ①高欄のひびわれ発生は、鋼床版の温度変化に伴う鋼桁の変形が高欄コンクリートによって拘束されることによって生じる引張応力によるもので、コンクリートの乾燥収縮や温度の繰り返し履歴によってひびわれが顕在化する。
- ②改良型の収縮目地はひびわれ誘発効果があることや、膨張コンクリートが初期の段階でのひびわれ抑制に効果があり、長期的に見てもひびわれ本数、幅とも減少していることが認められたが高欄のひびわれ対策としてはまだ不十分である。
- ③鋼床版の温度変化によって生じるコンクリートの引張応力を軽減できるような構造が、ひびわれ対策として効果的である。

3 末広第2工区におけるひびわれ対策試験工事

3-1 数値解析

3-1-1 解析目的

試験工事に先立ち、橋梁の温度変化および乾燥収縮によってRC高欄に発生する応力状態を把握するために、数値解析を行った。<sup>6)</sup>

3-1-2 解析方法

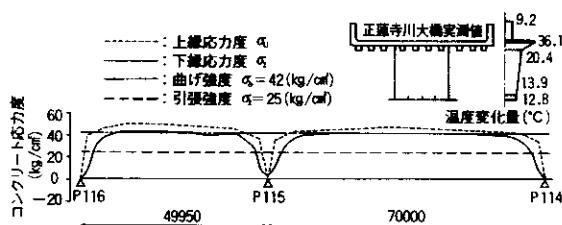
解析対象は、3径間連続鋼床版1BOX桁のRC高欄、鋼床版および箱桁を含めた全構造とした。なお、温度変化量は正蓮寺川大橋で実測した値を用いた。乾燥収縮は、逐時法(ステップ数=10)とし、最終収縮ひずみはコンクリート標準仕方書<sup>6)</sup>による5年間乾燥収縮量として500 $\mu$ とした。

3-1-3 解析結果

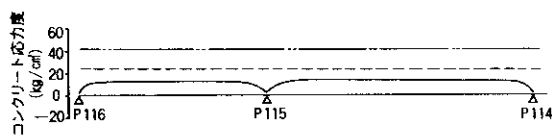
図-7.1、図-7.2は、それぞれ高欄コンク

リートの温度変化による応力および乾燥収縮による応力を表したものである。

これらの図より以下のことが考えられる。



図一 7.1 温度変化によるRC高欄の  
コンクリート応力分布



図一 7.2 乾燥収縮によるRC高欄の  
コンクリート応力分布

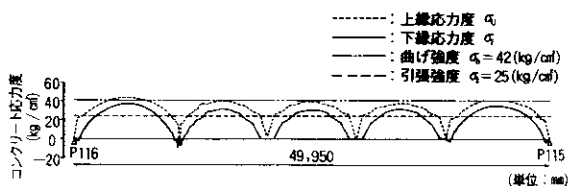
①伸縮目地を支点上のみ設けた場合は、端部付近を除いてほぼ一定の応力状態となっており、上・下端の応力度の差（応力勾配）もほとんどなく純引張状態に近い。このとき、この引張応力が引張強度に達したときにひびわれが発生すると考えられる。したがって、端部付近を除いてほぼ一様にひびわれが発生すると考えられる。

②温度変化により発生するコンクリートの引張応力は、乾燥収縮による引張応力を卓越している。従って、鋼床版の温度変化に伴う鋼桁変形が高欄コンクリート作用することによって発生する引張応力によって、ひびわれが発生する。

なお、本解析結果を用いてコンクリート標準示方書<sup>1)</sup>に従ってひびわれ幅およびその間隔を求めると $W=0.07\text{mm}$ 、 $l=35\text{cm}$ となり、実測値 ( $W=0.05\sim 0.10\text{mm}$ 、 $l=40\sim 80\text{cm}$ ) に近い結果になり、本解析の妥当性が示された。

上記の解析結果より、伸縮目地間隔を狭くすることにより鋼桁の変形に対する高欄の拘束を軽減し、その追従性を高めひびわれ発生を低減することが判明した。

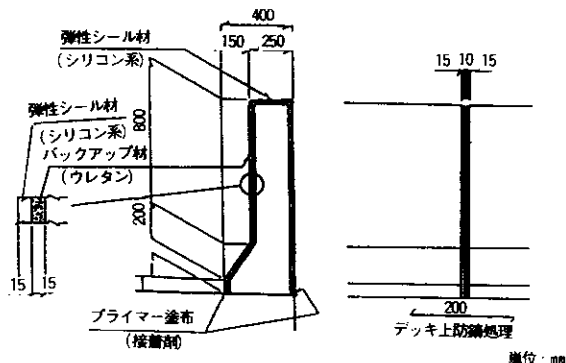
そこで、上記の解析と同じ手法で、伸縮目地間隔を従来の配置より縮めて10m程度として解析した結果を図一8に示す。この場合、最大引張応力が小さくなり、上端応力は曲げ強度と同程度となるものの下端応力は引張強度程度となり、応力勾配が大きくなっている。すなわち、伸縮目地間隔を小さくすると、従来の配置での端部付近での応力状態が各伸縮目地間のブロックで再現され、ひびわれ発生頻度を小さくすることができると考えられる。



図一 8 温度変化によるRC高欄のコンクリート  
応力の分布（目地を10m程度に設置）

### 3-2 試験工事の概要

末広第2工区の3径間連続鋼床版箱桁の高欄・中央分離帯の施工に当たり、ひびわれ対策試験工事を行った。設計面の改良として、図一9に示す



図一 9 伸縮目地構造図

表-4 コンクリート配合表

項目 種別	M.S (mm)	Sℓ (cm)	Air (%)	W/C (%)	S/a (%)	C (kg/m <sup>3</sup> )	膨張材 (kg/m <sup>3</sup> )	W (kg/m <sup>3</sup> )	収縮低減材 (kg/m <sup>3</sup> )	G (kg/m <sup>3</sup> )	S (kg/m <sup>3</sup> )
膨張 コンクリート	20	8	4	50	44	297	35	166	-	1060	806
膨張 コンクリート +収縮低減剤 使用	20	8	4	50	44	297	35	158.5	7.5	1060	806

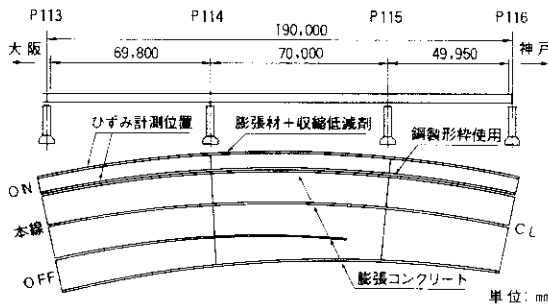


図-10 試験施工範囲

ように地覆および高欄壁部においてコンクリート、鉄筋共縁切りした伸縮目地を10m程度毎に設置した。施工面の改良として膨張材を無拘束状態でひびわれが発生しない最大の量として35kg/m<sup>3</sup>（セメント量の10%程度）、および、収縮低減剤を7.5kg/m<sup>3</sup>添加した。図-10に試験工事範囲を、表-4に配合表を示す。

### 3-3 追跡調査

正蓮寺川大橋と同様に、ONランプ桁を対象に下記の項目について追跡調査を実施した。

(1)高欄断面内部のひずみ測定

高欄断面内部のひずみ2-2に述べたのと同様の方法で計測した。計測結果は、2-2で述べたのとほとんど変わらなかった。

(2)ひびわれ測定

ひびわれの本数と幅について測定を行った。図-11はひびわれ状況経時変化を、表-5はひびわれ集計表をそれぞれ示したものである。これより、夏場から急激にひびわれが発生していることが分かる。高欄1mあたりの単位ひびわれ本数は、膨張材使用は0.73本/m、膨張材+収縮低減剤使用は0.18本/mと大きな効果が表れているといえる。

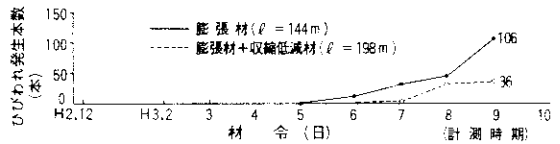


図-11 ひびわれ状況経時変化  
(末広第2工区ONランプ桁)

## 4 中島川橋試験工事

### 4-1 地覆連続化の検討

地覆は橋面排水を確実に流化させる機能を有している。末広第2工区においては、地覆部を縁切

表-5 末広第2工区におけるひびわれ集計表

項 目	橋梁型式	ひびわれ幅 (本数)				ひびわれ 本 数	高 欄 延 長 (m)	1m当りの ひびわれ本数 (本/m)	1m当りの ひびわれ係数 (mm本/m)	材令 (日)
		0.1mm 未満	0.1~ 0.2mm	0.2~ 0.3mm	0.3mm 以上					
膨 張 材	3径間連続鋼 床版2箱桁	105	1	0	0	106	144.34	0.73	0.044	270
膨 張 材		12	6	3	0	21	51.44	0.41	0.037	
膨張材+ 収縮低減剤		35	1	0	0	36	198.74	0.18	0.01	

りしシール材を充填したが経年変化によってそれが剥離する可能性がある。そこで、10m程度の間隔で設置している伸縮目地の地覆部分を切断せず連続化させた構造について、解析および試験工事をおこなった。ひびわれ対策効果については末広第2工区と比較できるようにした。

#### 4-2 数値解析

##### 4-2-1 解析方法

3-1-2に示したのと同様の手法で解析を行った。なお、この場合目地部は伸縮パネおよび回転パネに置き換え、温度応力解析の繰り返し計算によってパネ定数を決定した。

##### 4-2-2 解析結果

図-12は、温度変化による解析結果を示したものである。これより、以下の事が考えられる。

①地覆部を連続させた場合の発生応力の傾向は、

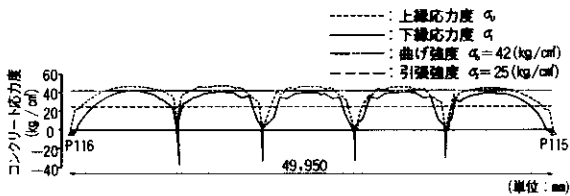


図-12 温度変化によるRC高欄のコンクリート応力分布

伸縮目地付近を除いて地覆部不連続化の場合(図-8)とはほぼ同じ傾向である。

- ②発生応力は上・下縁とも5~10kg/cm<sup>2</sup>程度増加し、引張応力が引張強度にまで達する。
- ③伸縮目地付近の応力を算出すると、 $\sigma_u = 240$  kg/cm<sup>2</sup> (地覆部上縁)、 $\sigma_l = -100$  kg/cm<sup>2</sup> となり、地覆部にはひびわれが発生すると思われる。

以上の検討より、伸縮目地の地覆部を連続させることにより鋼桁の変形に対するRC高欄の拘束効果が増加することになり、ひびわれ発生の可能性は大きくなると考えられる。

#### 4-3 試験工事の概要

鋼床版ニールセンアーチ橋である中島川橋において、ひびわれ対策試験工事をおこなった。末広第2工区と同様に伸縮目地を10m毎の設置したが、目地構造は地覆部は連続とし高欄壁部のみを縁切りし、膨張材を35kg/m<sup>3</sup>添加した。

#### 4-4 追跡調査

ひびわれ本数および幅について計測した。ひびわれ発生経時変化を図-13に示す。夏場に打設したということもあり、初期の段階からひびわれが発生している。表-6のひびわれ集計表の示すように、高欄1mあたりの単位ひびわれ本数は0.87本/mと末広第2工区より2割多くなっている。ただし、目地部における地覆のひびわれ幅は、最大0.1mm以下であり、コンクリート標準仕方書<sup>6)</sup>で定められている許容ひびわれ幅以下であった。

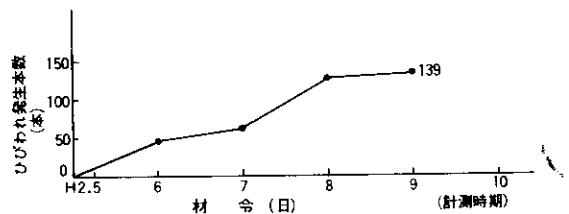


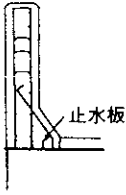
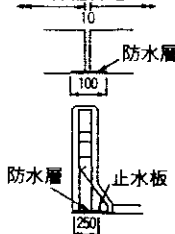
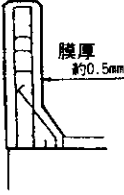
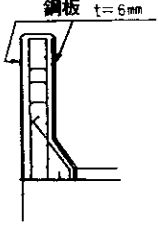
図-13 ひびわれ状況経時変化 ( $l = 159.8$ m)

表-6 中島川橋におけるひびわれ集計表

項目	橋梁型式	ひびわれ幅 (本数)				ひびわれ 本数	高欄 延長 (m)	1m当りの ひびわれ本数 (本/m)	1m当りの ひびわれ係数 (mm本/m)	材令 (日)	備考
		0.1mm 未満	0.1~ 0.2mm	0.2~ 0.3mm	0.3mm 以上						
膨張材	ニールセン アーチ橋	108	25	6	0	139	159.8	0.87	0.069	120	地震連続



表一 鋼床版上高欄改良案比較表

	① 現 状	② 膨張セメント	③ 伸縮目地増加(10mピッチ)+膨張材+収縮低減剤	④ 表面処理	⑤ 両面鋼製形枠使用
一 般 図		同 左			
施 工 概 要	従来工法でよいが、初期養生に留意して急激な乾燥や温度変化が生じないようにする。	膨張材混入量に注意するとともに、湿潤養生として膨張量の発現を促すようにする。	端部補強のため主鉄筋径をD13からD16と大きくする。コンクリート打設に関しては②膨張セメント使用と同じ。目地近傍で鋼床版との境界に防水層を設ける必要がある。	コンクリート表面が乾燥するまで約2週間程度足場を残さなければならない。	埋の移し形枠として工場製作した鋼板を使用する。
特 徴	構造上耐荷性能には問題ないが、初期ひびわれの発生が中性化の促進や飛来塩分の浸透を助長する可能性が考えられる。	初期ひびわれの発生やひびわれ幅の増大を抑制する効果は期待できる。	伸縮目地間隔を狭くすることによって応力を減少させ、ひびわれ発生頻度を軽減させることができる。膨張材収縮低減剤による抑制効果が発現されれば、根本的なひびわれ対策となり得る。	柔軟型の塗膜を型枠脱型後塗布して、美観を確保するとともに水分、塩分の浸透を防いで耐久性を向上させる。5~10年程度の間隔でメンテナンスが必要となる。	外観上のひびわれ対策とかぶり確保に関しては恒久的な効果が期待できる。表面塗装の必要がある。
主 要 材 料 (1m当り)	鉄筋 30kg/m スタッド 9kg/m コンクリート 0.3m <sup>3</sup> /m 型枠 2.2m <sup>2</sup> 足場	同 左  膨張材 9kg	鉄筋 34kg/m スタッド 11kg/m コンクリート 0.3m <sup>3</sup> /m 型枠 2.4m <sup>2</sup> 膨張材 9kg/m 防水材 足場	①と同じ  表面処理材 2.4m <sup>2</sup>	鉄筋 30kg/m スタッド 9kg/m コンクリート 0.3m <sup>3</sup> /m 鋼板(t=6mm) 100kg/m 塗装 2.4m <sup>2</sup>
経 済 比 較 (既算工費で現場管理費、踏経費等は除く)	25,000円/m (1.00)	26,000円/m (1.04)	30,000円/m (1.20)	32,000円/m (1.28)	45,000円/m (1.80)

## 5 ひびわれ対策工の提案

正蓮寺川大橋、末広第2工区および中島川橋のひびわれ対策試験工事の結果をまとめると、以下のようになる。

- ①伸縮目地を10m程度毎に配置するとひびわれ発生頻度を低減できる。また、ひびわれ幅はほとんどが0.1mm以下で、コンクリート標準仕方書<sup>6)</sup>で定められている許容ひびわれ幅以下である。
- ②膨張材は初期のひびわれ抑制に効果がある。
- ③収縮低減剤はひびわれ抑制に大きな効果がある。
- ④伸縮目地で地覆部を連続させた構造は、縁切りした構造と比較してひびわれ本数が増加する。

よって、完全に縁切りした伸縮目地を10m程度毎に配置し膨張材と収縮低減剤を併用することがひびわれ対策に有効である。なお、実橋での施工において収縮低減剤を混入したコンクリートは、空気量の変動が大きくまた圧縮強度が膨張材のみのコンクリートと比較して低いことが報告されており、今後使用する上で改善すべき点である。

ひびわれ対策としては、表面を引張強度の高い材料で覆う方法や、ひびわれを容認して伸び能力の高い材料で表面を覆う方法もある。表-7は、これらの対策案を比較したものである。これらを比較すると、施工性および経済性から本対策工が比較的優れていることがわかる。

### あとがき

RC高欄は幅が薄く長い構造物であり外的要因を受けやすく、加えて密に配置された鉄筋、電気配管および遮音壁支柱用アンカーボルト等が複雑に入り組んでおり、施工がおろそかになりやすい。そこで、設計時点での十分な配慮が必要である。

本稿は、試験工事結果からひびわれ対策工の提案をおこなったが、今後多くの施工をおこない実績を積み重ねていく必要があろう。本対策案がひびわれ抑制に少しでも役立てれば幸いである。

最後に、本研究は阪神高速道路公団技術審議会コンクリート構造分科会（主査：藤井京都大学教授）の御指導をいただいたものであり、心より感謝致します。また、現地測定を担当された(株)オリエンタルコンサルタンツおよび本稿をまとめるのにあたり御協力いただいた関係各位に厚く御礼を申し上げる次第です。

### 参考文献

- 1) 阪神高速道路公団：鋼構造物標準図集、平成3年4月
- 2) 阪神高速道路公団、日立・駒井JV：壁高欄中央分離帯へアークラック調査報告書、昭和60年4月
- 3) 阪神高速道路公団、オリエンタルコンサルタンツ：正蓮寺川橋梁高欄構造検討業務報告書、平成元年3月
- 4) 阪神高速道路公団、オリエンタルコンサルタンツ：高欄ひびわれ対策検討業務報告書、平成2年3月
- 5) 阪神高速道路公団、オリエンタルコンサルタンツ：高欄ひびわれ対策検討業務（その2）報告書、平成3年3月
- 6) 土木学会：コンクリート標準仕方書設計編 昭和61年10月