

道路橋における診断・補修事例

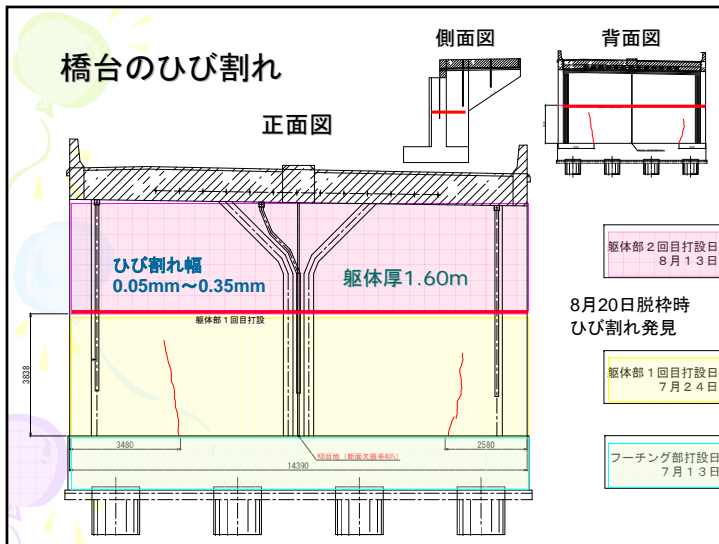
大北土建工業株式会社
片山 貴大

■ 施工段階のひび割れ

橋台



橋台のひび割れ



基本条件

- ・コンクリート : 24-8-40 BB C=281kg/m³
水セメント比52%
- ・打設温度 : 23℃
- ・外気温度 : 25℃~32℃(施工時)
- ・ひび割れが確認されるまでの平均外気温度 : 18℃
- ・打設量 : 110m³
- ・散水養生期間 : 7日
- ・打設7月24日
脱枠時ひび割れ発見8月20日



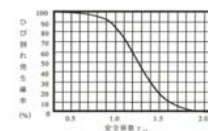
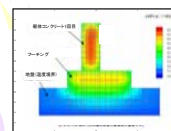
施工

- ・打設 : コンクリートポンプ車、作業員10名
バイブレータΦ50-5台
打設中2時間に1回型枠へ散水
打設開始7:30 打設完了 15:00



ひび割れ発生原因

- ① 規則性があり、フーチングよりほぼ垂直に発生
- ② 打設後1週~3週間が発生時期と推測される
- ③ 部材厚が1.60m、型枠設置期間に発生
- ④ ひび割れ指数による発生確率ほぼ100%



JCMAC2 Ver1.13
(日本コンクリート工学協会)

温度応力に起因したフーチングの外部拘束によるひび割れ

ひび割れの推移

- ・統計的方法(小野の方法)による推定では、
最大ひび割れ幅は誘発目地を境に発生箇所
が1箇所の場合⇒0.32mm
- ・現地のひび割れ幅⇒0.35mm

現地ひび割れ幅は予測最大幅と適合している
ことより、今後の進展はないと考えられる。

小野の方法: マスコンクリートの温度ひび割れ特性
の数量化に関する検討

対策の所見

- ・ひび割れの発生原因は外部拘束によるもので、
前項より進展がないと考えられる。
また、最大ひび割れ幅は0.35mmであり、一般的には
補修を必要とするひび割れ範囲から外れる。
- しかし、長期的にみて弱点となる可能性が否定できない
ため、水等劣化因子の浸入を防止する対策を早期に
講じた方が有効であると判断する。

『進行性でないひび割れについては、施工中または竣工後の早い時点でひび割れ補修を
行えば耐久性の低下の問題には対応可能と考えられる』

日本コンクリート工学協会 : コンクリート診断技術 '06:P19

補修方法

- ① 本橋は景観配慮型の構造物である。
⇒補修後の美観性を考慮
- ② ひび割れの幅は、0.35mm以下で変動は小さい。
- ③ 防水性・耐久性の向上を目的
- ④ ひび割れの原因、発生形態より貫通型であると推測され、部材厚が1.6mである。

注入工法—高圧注入
(無機系材料 超微粒子セメントスラリー)

ひび割れ注入

(超微粒子セメントスラリーの無機系注入材)



表-3 ハイスタフ-Zの物性値 (20°C)

水比	50%	60%	70%	備考
曲げ強度 N/mm ² (kgf/cm ²)	7.3 (74)	6.3 (64)	5.5 (56)	材齢 28日
引張強度 N/mm ² (kgf/cm ²)	2.84 (29.0)	2.59 (26.4)	2.12 (21.6)	
付着強度 N/mm ² (kgf/cm ²)	2.39 (24.4)	2.28 (23.2)	1.78 (18.1)	
粘度 cp	28	17	14	
フロー 秒	20.0	13.2	11.5	

ひび割れ幅0.05mmまで対応

ハイスタフZ(日鐵セメント)

表-1 ひびわれ幅0.5mm未満

項目	水比 (%)	水 (ℓ)	ハイスタフZ (kg)	配合量 (ℓ)
先行注入	200	4	2	4.7
本注入	70	1.4	2	2.1

①注入口削孔

湿式ドリル等により、切り屑が詰まらないよう注水しながらマーキング位置を削孔
(基本的な間隔は30 cm程度)



(削孔部の清掃—ゴムチューブ)

②プラグ設置・シーリング

シール材(急結セメント)により、プラグ設置およびひび割れ箇所のシール
また同時に、周辺の気泡、ジャンカ部、Pコン部のシール

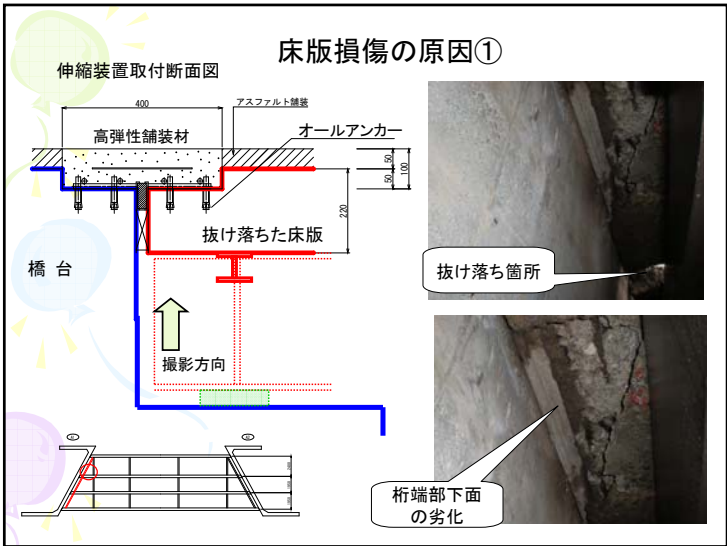
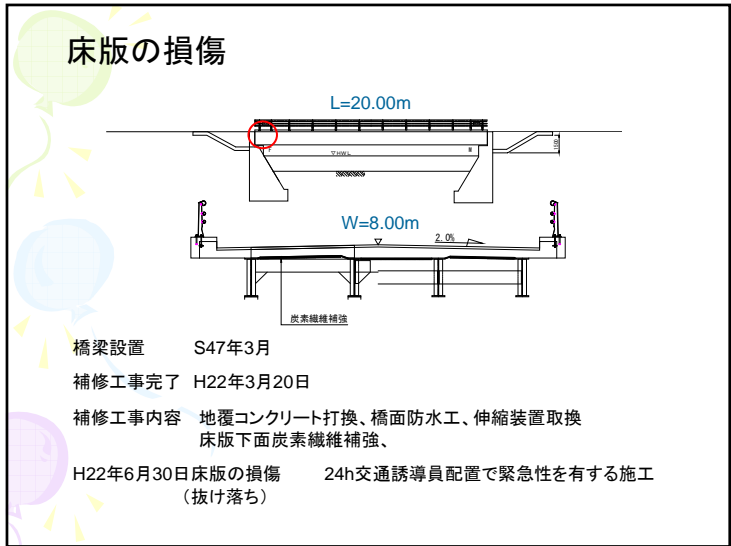


③高圧注入


- ・(清水注入) ひび割れ内部の洗浄と注入するスラリーの躯体への吸水防止を目的に、ひび割れ内部に清水を注入
- ・(先行注入) ひび割れ内部の不陸調整と極微細部への充填を目的に、薄い配合のスラリーを注入
- ・(本注入) 先行注入に続いて、濃い配合のスラリーで本注入を行う

※注入後、上部注入プラグからのスラリー流出により、注入口間のひび割れに充填されたことを確認する。

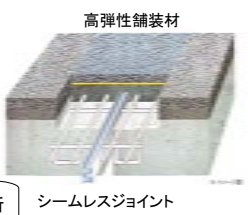




床版損傷の原因②



桁端部上面の劣化



高弾性舗装材
アンカー打込み箇所
シームレスジョイント

抜落ちの原因

- ・伸縮装置取換の施工で、桁端部の劣化に気づかず、切削、アンカー孔の削孔および設置、伸縮装置取換により、端部の耐久性が限界まで達していたと推定する。
- ・桁端部の抜落ちに伴い、周辺の土砂化が激しい部分も同時に抜け落ちたと推定する。

・設計者⇒点検、調査不足 ・施工者⇒認識不足 ・発注者⇒施工の監督不足

床版損傷の補修①



脆弱コンクリートの撤去



端部鉄筋の腐蝕



腐蝕鉄筋の取替え



鉄筋の清掃

床版損傷の補修②



撤去、配筋全景



ジェットコンクリート打設



橋面防水設置



舗設

床版損傷の補修③



ジョイントフレーム、配筋



高弾性舗装材



シームレスジョイント舗設



炭素繊維補強

床版防水層の変状①

アクリル系塗膜防水



舗装の変状
ブレーキ跡

防水層一部損傷

滞水

ハンマー打診で濁音

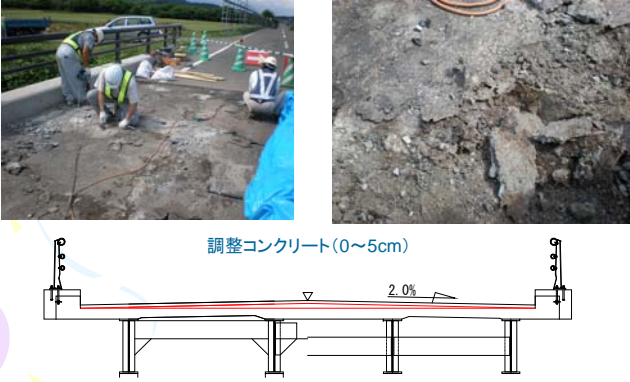
防水層下面にコンクリート付着

防水層下面の滞水

床版防水層の変状②

防水層の撤去

防水層下面の脆弱コンクリート



調整コンクリート(0~5cm)

2.0%

床版防水層の変状③

他橋梁補修工事での調整コンクリート

端部では鉄筋が露出している場合が多い



端部では鉄筋が露出している場合が多い

床版防水層の変状④

調整コン

床版

床版面に足跡

調整コンクリートの脆弱部撤去

早強ポリマーセメントにて不陸調整



■一般的な橋梁補修の施工事例

伸縮装置修繕

伸縮装置部コンクリート取壊し



既存伸縮装置ガス切断



清掃・浮石確認



伸縮装置設置



アンカー鉄筋設置



鉄筋溶接



打設面清掃、吸水



ジェットコンクリート



ジェットコンクリート打設



圧縮強度試験(σ3h)



ジェットコンクリート打設(モービル車)



支承修繕

施工前



補剛材設置部ケレン



補剛材設置(高カボルト)

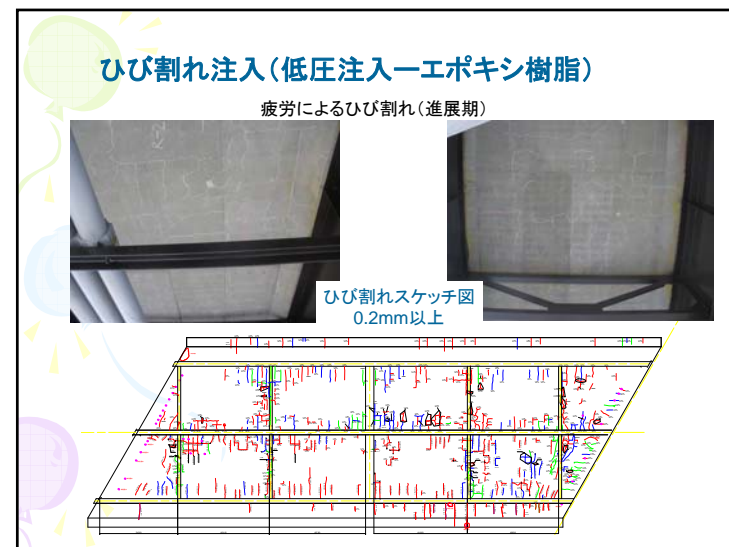


ジャッキアップ



フラットジャッキ





ひび割れの測定とマーキング



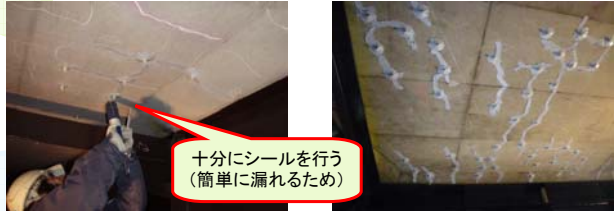
ひび割れ部の清掃

注入口設置 @200mm(標準200~300mm)

ひび割れの中心に
シール材で接着



ひび割れのシール




十分にシールを行う
(簡単に漏れるため)

材料の計量

材料には夏型, 冬型の他
超低粘度~高粘度など有り

シリンダー工法

マーキング



注入状況



橋台部収縮ひび割れの注入状況



頻繁に生じる失敗例

注入口やひび割れシールからの漏れ

圧の掛けすぎ、
不十分なシール、
シールが固まっていないなど

周辺のひび割れ, 気泡, 欠陥部からの漏れ

他の微細なひび割れや
気泡, 欠陥部からの漏れ

