

(V) その他参考情報

情報(1)

塩害

塩害とは、コンクリート中に存在する塩化物イオンの作用により鋼材が腐食し、コンクリート構造物の性能を低下させる現象をいう。

コンクリート中に塩化物イオンが浸入する原因は、構造物外部から供給される外来塩化物イオンとフレッシュコンクリート中に含まれている内在塩化物イオンに分類される。

外来塩化物イオンとしては、海水飛沫や飛来塩分、凍結防止剤に含まれる塩化物イオンなどが挙げられる。内在塩化物イオンとしては、海砂、混和剤、セメント、練り混ぜ水などに含まれる塩化物イオンが挙げられる。

1986年のJISの改定により、コンクリート中の塩化物イオン量が 0.3kg/m^3 に規制されたため、これ以降に建設された構造物では、内在塩化物イオンによる塩害の可能性は小さいといえる。

【調査時の留意点等】

- ① 塩害により損傷を受けたと考えられる橋の詳細調査や補修の検討にあたっては、「塩害橋梁維持管理マニュアル(案)」(平成20年4月 橋梁塩害検討委員会)が参考になる。
- ② 塩害の影響地域にある道路橋においては、被害の兆候を早期に発見するため、「コンクリート橋の塩害に関する特定点検要領(案)」(平成16年3月 国道・防災課)により、コンクリート内部に浸透した塩化物イオン濃度を深さ別に計測して、鉄筋かぶり深さにおける塩化物イオン濃度の現状を把握する。



写真番号 6.5.1

部材名
主桁
(S-Bs-C-Mg)

備考

- ① 主桁
- ② 塩害対策として塗装鉄筋を使用した例
- ③ 塗装鉄筋では、塗膜が損傷していると著しい局部腐食が生じたり、腐食が全体に拡大することがある。

(V) その他参考情報

情報(2)

アルカリ骨材反応(ASR)

アルカリ骨材反応は、コンクリート中の水酸化アルカリと骨材中の反応性骨材との化学反応により生成されるアルカリシリカゲルが吸水に伴う膨張によって、コンクリートにひびわれを発生させる現象をいう。

アルカリ骨材反応により発生するひびわれは、膨張に対する拘束状態により異なり、鉄筋量が少なく周辺からの拘束を受けない構造物では亀甲状のひびわれが、鉄筋量の多い部材やPC構造物では主鉄筋の方向又はPC鋼材に沿ったひびわれが発生する。また、コンクリートの膨張によって、橋脚などの鉄筋の曲げ加工部が破断する事例も報告されている。

アルカリ骨材反応による有害な膨張が生じるには、反応性骨材、コンクリート中の水酸化アルカリ、コンクリート中の水分の3つが必要であり、外部からの水分の供給が多い部位において著しく劣化が進行していることがある。

【調査時の留意点等】

- ① 詳細調査及び診断にあたっては、「道路橋のアルカリ骨材反応に対する維持管理要領(案)」(平成16年3月 国道・防災課)が参考になる。
- ② 下部工における診断にあたっては、「アルカリ骨材反応による劣化を受けた道路橋の橋脚・橋台躯体に関する補修・補強ガイドライン(案)」(平成20年3月, ASRに関する対策検討委員会)が参考となる。
- ③ 亀甲状のひびわれは、鉄筋かぶり深さより浅い部分で生じていることが多いものの、幅の広いひびわれは、深部まで到達し、鉄筋が破断している場合がある。



写真番号	6.5.2
部材名	
梁部 (P-Tp-C-Pb)	
備考	① 橋脚の梁部の断面 ② 表面に見られる亀甲状のひびわれの断面 ③ ASRの場合、表面のひびわれ幅が大きくても、ひびわれ深さは大きくないことが多い。

(V) その他参考情報

情報(3)

中性化

中性化とは、空気中の二酸化炭素を含み弱酸性となった雨水の影響を受けて、コンクリート中の水酸化カルシウムが徐々に炭酸カルシウムになり、コンクリート中のアルカリ性が低下する現象をいう。コンクリート中のアルカリ性が低下することによって、鉄筋の不動態皮膜が破壊されやすくなり、水と酸素の供給によって鉄筋が腐食し、耐荷力や耐久性が低下する。一般に、二酸化炭素濃度が高いほど、湿度が低いほど、温度が高いほど、中性化の進行が早いといわれている。

【調査時の留意点等】

- ① 必要に応じて、中性化深さの判定を行う。中性化深さの判定は、フェノールフタレインの1%エタノール溶液をコンクリート構造物から採取したコアに噴霧し、着色されない範囲(中性化している範囲)と赤紫に着色される範囲(中性化していない範囲)との境界線の位置を、構造物表面から距離を測定して行う。
- ② 中性化の進行は、一般に塩害と比べて緩やかであるものの、海岸近くに限らずどこでも発生する。防護柵や地覆など雨水の影響を受けやすい部位では、局部的に早く進行し、鉄筋かぶりの小さい部材や部分で早期に鉄筋の腐食やコンクリートの剥離が生じることがある。
- ③ 火災の熱により、中性化が進む場合もある。
- ④ うき、剥離・鉄筋露出が生じることがあり、第三者被害防止にも留意する。



写真番号	6.5.3
部材名	地覆 (R-F-C-Fg)
備考	① 高架橋の地覆 ② 地覆部外側の剥離・鉄筋露出 ③ 高欄や地覆、桁端部では、かぶり不足によるうきや剥離が生じやすい。コンクリート片の落下に注意が必要である。

(V) その他参考情報

情報(4)

凍害

凍害とは、コンクリート中の水分が凍結した際の膨張圧によって発生するものであり、長年にわたる凍結と融解を繰り返すことによってコンクリート組織が徐々に劣化する現象をいう。凍害を受けた構造物は、表面にスケーリング、微細なひびわれ及びポップアウトなどの劣化が発生する。スケーリングや微細なひびわれは、コンクリートのペースト部分が劣化するものであり、コンクリートの品質が劣る場合や適切な空気泡が連行されていない場合に起こりやすく、ポップアウトは骨材の品質が悪い場合に起こりやすいといわれている。

昼間にコンクリート中の水分が融解する南面の方が北面に比べて凍結融解の繰り返しが多いため、凍害による被害を受けやすくなる。また、凍害は、コンクリート中の水分が凍結融解を繰り返すことにより進行する劣化であるため、コンクリート表面からの水分の浸入を防ぐことが重要である。

【調査時の留意点等】

- ① 詳細調査、診断にあたっては、「凍害が疑われる構造物の照査・対策手引書(案)」(平成23年3月、監修 独立行政法人土木研究所寒地土木研究所)が参考となる。
- ② 冬季に凍結・融解が繰り返される寒冷地や山間部において、コンクリート表面が水に濡れる機会の多い路上の地覆や漏水箇所の桁や下部工などで、発生しているのが見られる。



写真番号	6.5.4
部材名	堅壁
	(A-Aa-C-Ac)
備考	① 橋台堅壁上の橋座面 ② 漏水のある部分でのスケーリング ③ 凍害は、特徴的なスケーリングを伴うことが多い。なお、他の劣化現象と複合することがある。

(V) その他参考情報

情報(5)

ゲルバーヒンジ部のひびわれ

コンクリート橋のゲルバーヒンジ部では、断面急変部での応力集中や衝撃荷重の繰返しにより斜めのせん断ひびわれが生じて、落橋や緊急対応した事例が発生している。

ひびわれの発生位置は、吊り桁側又は定着桁側に発生する場合があるほか、内部の配筋状況等によって損傷位置が異なり、支承から発生する場合、断面急変部から発生する場合、定着桁の内部に発生する場合などの事例が見られる。

車両の大型化による耐荷力不足のほか、伸縮装置の不具合による漏水に起因する塩害や中性化、凍害によるコンクリートの劣化、支承の機能障害、地震動等による損傷など、多様な原因が考えられる。

【調査時の留意点等】

- ① 損傷状況によっては、緊急対応が必要な場合がある危険な損傷であることに留意する。
- ② 支承付近、断面急変部、定着桁内など、構造によってひびわれの生じる位置や形状が異なることに留意する。
- ③ 活荷重や地震動に対する耐荷力不足が原因であることに加え、伸縮装置からの漏水によるコンクリートの劣化、支承の水平機能障害に起因することもある。

情報(6)

ゲルバー橋落橋事故事例(カナダ, ケベック)

出典: 事故調査報告書 ”Commission of Inquiry into the Collapse of a Portion of the de la Concorde Overpass, REPORT”

URL: http://www.cevc.gouv.qc.ca/UserFiles/File/Rapport/report_eng.pdf

1. 概要

ゲルバー部の損傷で落橋した海外のゲルバー橋の事例について、2年前の損傷状況を写真番号6.6.5に、落橋直前の状況を次頁に示す。定着桁内部に、落橋直前に幅の広い斜め方向のひびわれが生じており、2年前の写真でも、遊離石灰を伴う斜め方向のせん断ひびわれが生じているのが確認できる。

調査の結果、受け桁ではフックで鉄筋を定着していなく、鉄筋位置が設計とずれている配筋ミスがあったこと、耐凍害性が不足する低品質のコンクリートを使用していたことが判明し、せん断耐荷力の弱いこの部位で内部から損傷が進行していたとされた。



写真番号	6.5.5
部材名	主桁, ゲルバー部 (S-Xs-C-Gb)
備考	① 床版橋のゲルバーヒンジ部 ② 定着桁に遊離石灰を伴う斜め方向のひびわれが発生している(海外のゲルバー橋落下事故の落橋2年前の状況)。

(V) その他参考情報

ゲルバー橋落橋事故事例(カナダ, ケベック)

2. ゲルバーヒンジ部の状況

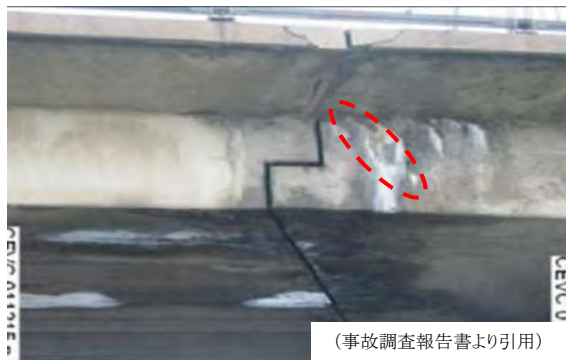
1985年



1992年



2004年



事故の30-60分前



3. ヒンジ部破壊の原因

- ①受桁配筋設計のミス ~同一断面への集中
- ②施工時の配筋ミス
- ③コンクリートの品質不足 ~融氷剤, 凍結融解
- ④せん断に対する脆弱性 ~せん断補強筋欠如
- ⑤床版防水の欠如
- ⑥92年の不適切な補修工事 ~大型ブレーカー

4. 落橋直前の状況

①通行者

- 9/29 伸縮装置に数cmの段差
- 9/30 9:00,10:40 小石状のものが落下
- 9/30 10:30-11:00 15×10cmのコンクリ片が落下
- 9/30 11:20 45cm程度のコンクリ片が落下
- 9/30 12:30 橋面に大きな段差

②道路管理者

- 9/29, 9/30 8:30 パトロール員
→ 段差なし
- 9/30 11:45-12:00 橋梁点検員
→ 段差, 異常音, 振動等なし
→ コンクリ片剥落は「普通の剥落」



9/30 12:30 落橋

(V) その他参考情報

情報(7)

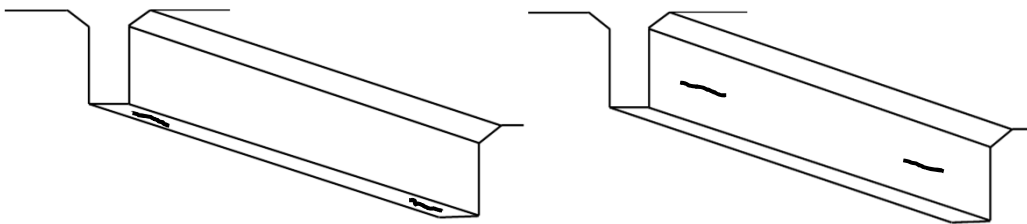
ひびわれ損傷パターンの区分

本資料では、H16点検要領では区分されていない損傷パターンを、ひびわれ発生位置の特徴より、下表のように区分した。さらに、それぞれの区分ごとに損傷写真をとりまとめた。

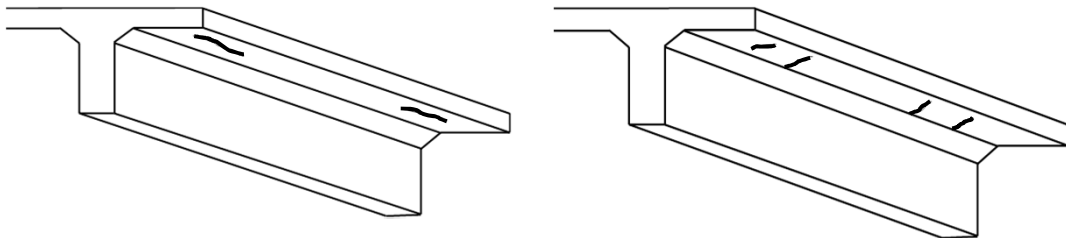
a) 上部構造(RC, PC共通)

位置	ひびわれパターン
支間1/4部又は 支点部	①桁下面又は側面の橋軸方向ひびわれ(⑩に該当するものは除く。) ②上フランジのひびわれ
支間全体	③支間全体で桁腹部に発生している水平方向ひびわれ
横桁	④横桁部のひびわれ

①支間1/4部又は支点部, 桁下面及び側面の橋軸方向ひびわれ
(⑩に該当するものは除く。)

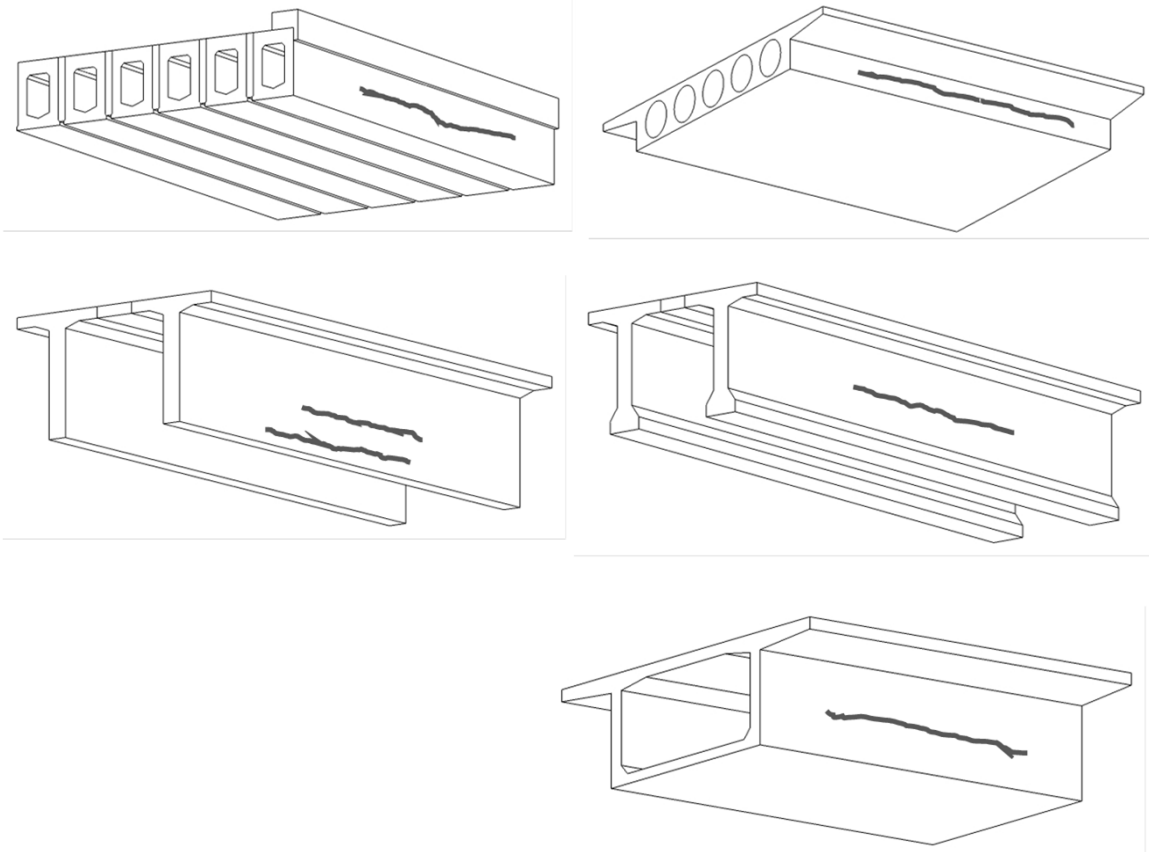


②支間1/4部又は支点部, 上フランジのひびわれ

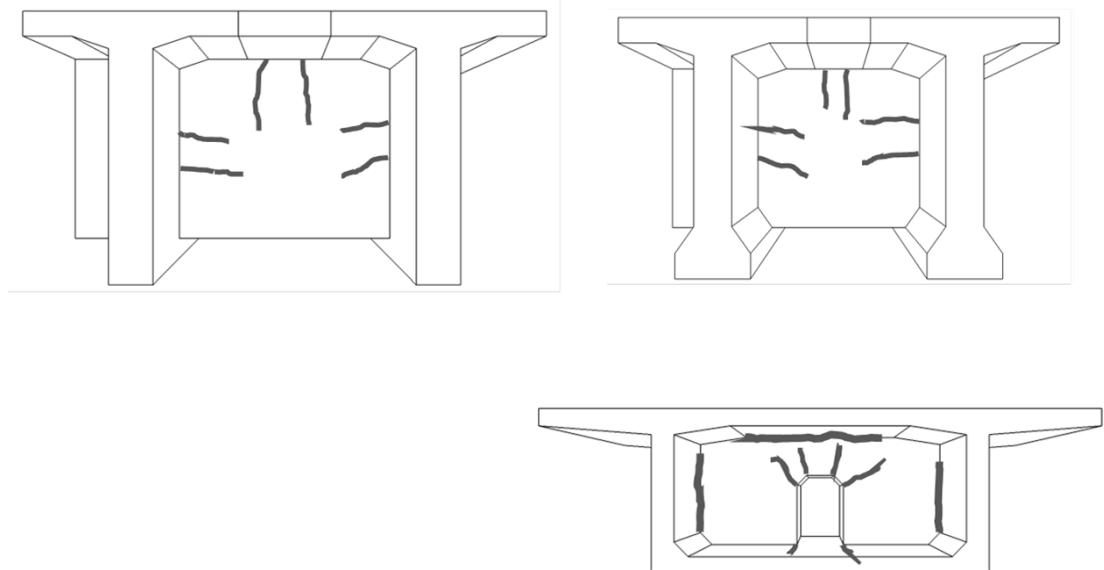


(V) その他参考情報

⑳ 支間全体: 支間全体で桁腹部に発生している水平方向ひびわれ



㉑ 横桁部のひびわれ

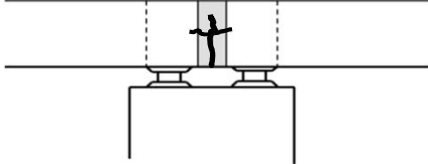


(V) その他参考情報

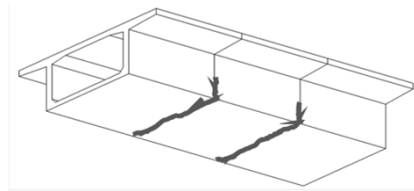
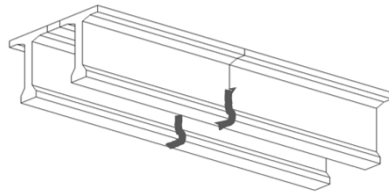
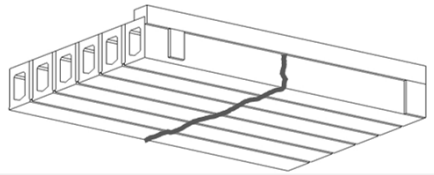
b) 上部構造(PCのみ)

支 点 部	②⑤連結横桁部(RC構造部)のひびわれ
そ の 他	②⑥セグメント接合部のすき・離れ
	②⑦断面急変部のひびわれ

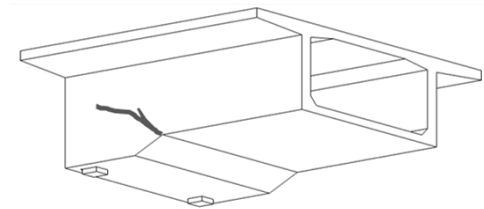
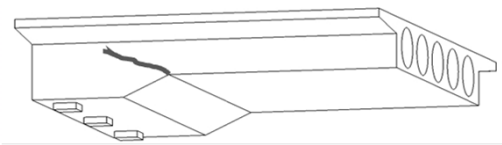
②⑤連結横桁部(RC構造部)のひびわれ



②⑥セグメント接合部のすき・離れ



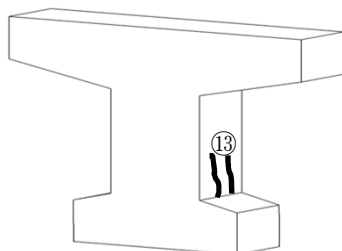
②⑦断面急変部のひびわれ



c) 下部構造

T型橋脚	⑬側面の鉛直方向ひびわれ
------	--------------

⑬側面の鉛直方向ひびわれ



(V) その他参考情報

【上部構造(RC, PC共通) パターン②】



写真番号	6.5.6
部材名	
主桁	(S-Xs-C-Mg)
備考	支間1/4部又は支点部,桁 下面又は側面の橋軸方向ひ びわれ



写真番号	6.5.7
部材名	
主桁	(S-Gs-C-Mg)
備考	支間1/4部又は支点部,桁 下面又は側面の橋軸方向ひ びわれ (注:ひびわれをチョークで マーキングしている。)



写真番号	6.5.8
部材名	
主桁	(S-Gs-C-Mg)
備考	支間1/4部又は支点部,桁 下面又は側面の橋軸方向ひ びわれ (注:ひびわれをチョークで マーキングしている。)

(V) その他参考情報

【上部構造(RC, PC共通) パターン②】



写真番号	6.5.9
部材名	
主桁 (S-Gs-C-Mg)	
備考	支間1/4部又は支点部,上フランジのひびわれ (注:ひびわれをチョークでマーキングしている。)



写真番号	6.5.10
部材名	
主桁 (S-Gs-C-Mg)	
備考	支間1/4部又は支点部,上フランジのひびわれ



写真番号	6.5.11
部材名	
主桁 (S-Gs-C-Mg)	
備考	支間1/4部又は支点部,上フランジのひびわれ

(V) その他参考情報

【上部構造(RC, PC共通) パターン⑳】



写真番号	6.5.12
部材名	
主桁	(S-Gs-C-Mg)
備考	支間全体,支間全体で桁腹部に発生している水平方向ひびわれ (注:ひびわれをチョークでマーキングしている。)



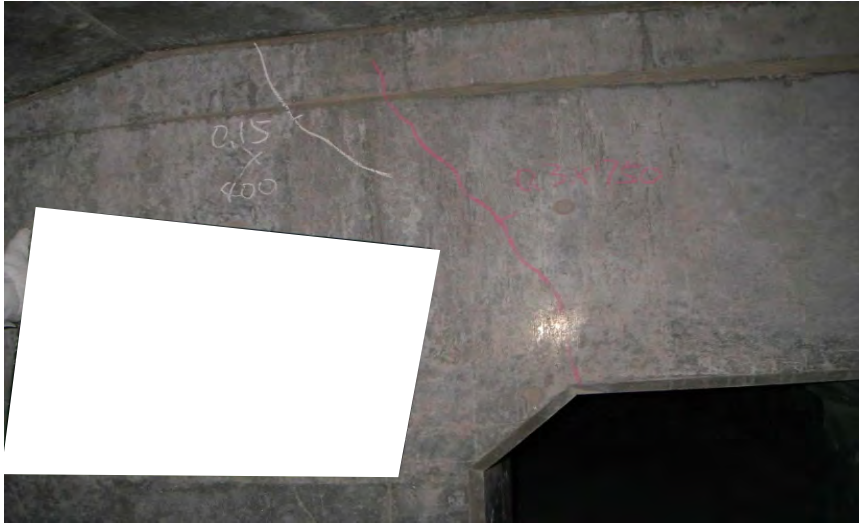
写真番号	6.5.13
部材名	
主桁	(S-Gs-C-Mg)
備考	支間全体,支間全体で桁腹部に発生している水平方向ひびわれ (注:ひびわれをチョークでマーキングしている。)



写真番号	6.5.14
部材名	
主桁	(S-Gs-C-Mg)
備考	支間全体,支間全体で桁腹部に発生している水平方向ひびわれ (注:ひびわれをチョークでマーキングしている。)

(V) その他参考情報

【上部構造(RC, PC共通) パターン②】



写真番号	6.5.15
部材名	
横桁	(S-Bs-C-Cr)
備考	箱桁,横桁部のひびわれ (注:ひびわれをチョークでマーキングしている。)



写真番号	6.5.16
部材名	
横桁	(S-Bs-C-Cr)
備考	箱桁,横桁部のひびわれ (注:ひびわれをチョークでマーキングしている。)



写真番号	6.5.17
部材名	
横桁	(S-Gs-C-Cr)
備考	箱桁,横桁部のひびわれ (注:ひびわれをチョークでマーキングしている。)

(V) その他参考情報

【上部構造(PCのみ) パターン②5】



写真番号	6.5.18
部材名	
横桁	(S-Gs-C-Cr)
備考	支点部,連結横桁部(RC構造部)のひびわれ (注:ひびわれをチョークでマーキングしている。)



写真番号	6.5.19
部材名	
横桁	(S-Gs-C-Cr)
備考	支点部,連結横桁部(RC構造部)のひびわれ (注:ひびわれをチョークでマーキングしている。)



写真番号	6.5.20
部材名	
横桁	(S-Gs-C-Cr)
備考	支点部,連結横桁部(RC構造部)のひびわれ (注:ひびわれをチョークでマーキングしている。)

(V) その他参考情報

【上部構造(PCのみ) パターン②6】



写真番号	6.5.21
部材名	
主桁 (S-Gs-C-Mg)	
備考	セグメント接合部のすき・離れ



写真番号	6.5.22
部材名	
主桁 (S-Gs-C-Mg)	
備考	セグメント接合部のすき・離れ



写真番号	6.5.23
部材名	
主桁 (S-Gs-C-Mg)	
備考	セグメント接合部のすき・離れ

(V) その他参考情報

【上部構造(PCのみ) パターン⑦】



写真番号	6.5.24
部材名	
主桁	(S-Xs-C-Mg)
備考	断面急変部のひびわれ (注:ひびわれをチョークでマーキングしている。)



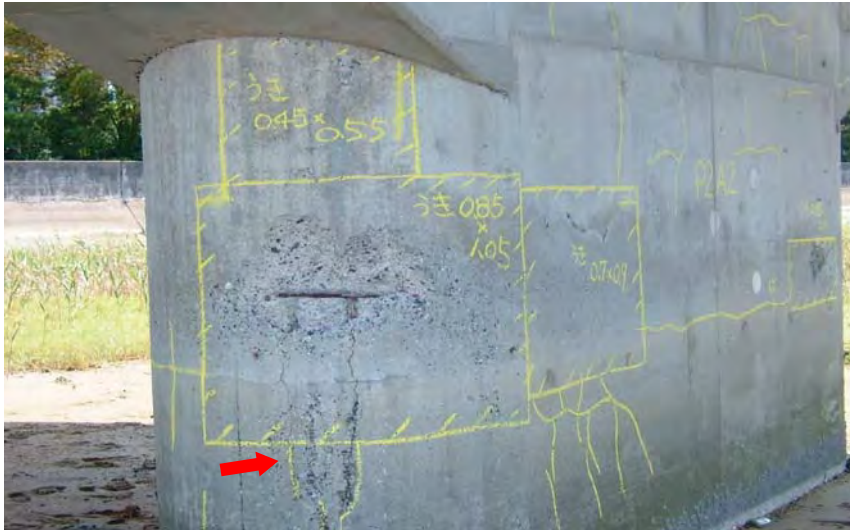
写真番号	6.5.25
部材名	
主桁	(S-Xs-C-Mg)
備考	断面急変部のひびわれ (注:ひびわれをチョークでマーキングしている。)



写真番号	6.5.26
部材名	
主桁	(S-Gs-C-Mg)
備考	断面急変部のひびわれ (注:ひびわれをチョークでマーキングしている。)

(V) その他参考情報

【下部構造 パターン⑬】



写真番号	6.5.27
部材名	柱部 (P-Rp-C-Pw)
備考	側面の鉛直方向ひびわれ (注:ひびわれをチョークでマーキングしている。)



写真番号	6.5.28
部材名	柱部 (P-Rp-C-Pw)
備考	側面の鉛直方向ひびわれ (注:ひびわれをチョークでマーキングしている。)



写真番号	6.5.29
部材名	柱部 (P-Rp-C-Pw)
備考	側面の鉛直方向ひびわれ (注:ひびわれをチョークでマーキングしている。)

