

施 工 事 例 集

CS－21 施工ニュース

橋 梁 関 連

2021年11月



目 次

新設 P C 橋梁（東北新幹線） 床版防水	P 2
新設橋梁 床版防水・地覆表面保護 追跡調査	P 3・4
新設橋梁 床版防水（冬季施工）	P 5
既設 P C 橋梁 床版防水	P 6
既設橋梁 床版防水（夜間施工）	P 7
新設橋梁 床版上面表面保護・壁高欄打継ぎ部処理	P 8
新設橋梁 床版上面 表面保護	P 9
新設橋梁 施工目地・桁端部 表面保護	P10
既設橋梁 床版上面・地覆部 表面保護（凍害・塩害対策）	P11
新設橋梁 表面保護（C S－2 1 ネオ）	P12
既設橋梁 表面保護（C S－2 1 ビルダー）	P13
既設橋梁 床版下面・地覆部 表面保護（塩害・中性化対策）	P14
既設橋梁 床版下面・橋台 表面保護（中性化対策）	P15
既設橋梁 床版下面・橋台 表面保護（塩害対策など）	P16
新設橋梁 橋脚 表面保護（塩害対策） 追跡調査	P17
新設橋梁 橋脚 表面保護（品質向上対策）	P18
橋脚 R C 巻立てコンクリート ひび割れ抑制対策	P19
橋脚ひび割れ補修	P20
橋台ひび割れ補修	P21
橋梁改修工事 追跡調査	P22

新設PC橋梁（東北・北陸新幹線） 床版防水

東北新幹線八戸～新青森区間のうち、散水消雪を行うPC桁区間の床版防水に、供用中にはく離などの恐れのない含浸材による橋面防水が検討された。
材料選定試験により、凍結融解抵抗性向上効果などの性能が確認されたCS-21が採用され、CSⅡ工法にて施工を行った。（その後、北陸新幹線の散水消雪区間においても採用された。）

施工面積：約60,000㎡（東北・北陸新幹線工区合計、施工時期：平成18年～平成22年）



桁上面への散布

採用に当たっては防水層が剥がれないことが要求され、基本的には無機

新幹線橋の雪害対策は従来、スプリング（散水）を用いていた。同区間ではこれを流水による消雪に切り替えた結果、床版に防水性が求められることになった。

膜劣化がないため定期的な散布も不要、ということだ。

他材料に比べ、水和反応に必要な水分子量は多結晶に比較すると半分の量のため、膨張・収縮などの変化量が非常に少ない（飛松建設）。

同製品の浸透厚は最大で10mm。水を媒介してシリカとアルシウムが板状および粒状に結晶するCS-Ⅱ系結晶によりコンクリート表面の緻密化（空隙充填）が図れるため、水や有害物質の浸透が抑制でき、耐摩耗性も向上する。

試験内容は①中性低抗試験、②吸水率試験、③耐摩耗試験、④凍結融解試験、⑤耐塩害試験（飛来塩分）。

PC桁上面に採用 ケイ酸系含浸材「CS-21」

鉄道・運輸機構が建設を進める東北新幹線八戸～新青森区間20工区87kmのうち、PC桁区間上面に、枕木などを作る前に塗る2万平方メートルに塗る。飛松建設が提案したケイ酸ナトリウム系含浸材CS-21が採用されている。6年前から新設工の一部で用いられており、効果が認められて本採用になった、という。

橋梁新聞 第964・965号 平成19年8月21日 CS-21掲載記事



全景



全景



全景



高圧洗浄状況



CS-21散布状況



施工完了状況

東北新幹線 工区



ねぶたの里BL他工事
七戸西地区PC製架他工事
尻内BL(南)他工事
青森東地区PC製架他工事
青森荒川B他工事
牛館川B他工事
青森西地区PC製架他工事
三内丸山B他工事
五戸川B他工事
青森西地区PC製架他工事

北陸新幹線 工区

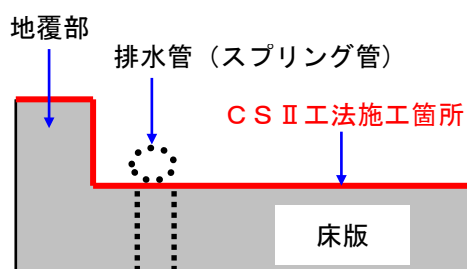


夜間瀬川B他工事
能生川橋りょう他工事
関川橋りょうB他工事
妙高上越地区(PCけた)工事
上越板倉地区(PCけた)工事
上越南地区(PCけた)工事
上越金谷高架橋工事
矢代川橋りょう工事

新設橋梁 床版防水および地覆部表面保護

本件は、在来河川上に新設された橋梁が先行施工されており、本舗装するまでの約 1 ヶ月間に他業者の切土盛土トラックや材料運搬車等の通行が予想されていた。
在来シート防水では舗装しなければ通行できないという不便があるため、当初設計より高価ではあるが、未舗装のままでも車両通行による破損の恐れがない無機系の塗布防水材（CS-21）に変更され、CSⅡ工法にて床版防水を行った。（施工面積：275㎡）

施工概要図



CSⅡ工法 施工手順

下地処理
CS-21 塗布（1回目）
湿潤散水（1回目）
CS-21 塗布（2回目）
湿潤散水（2回目）



施工前



CS-21 塗布状況



スプリングメッシュ設置状況



施工完了

新設橋梁 床版防水および地覆部表面保護 追跡調査

CSⅡ工法施工後約1ヶ月間工事車両用道路として使用され、新たな防水層の設置を行わずに舗装した後、供用が開始された。5年6ヶ月経過後に追跡調査を行った結果、下面からの漏水もなく、経過は良好であった。

確認年月 平成21年 3月 (5年6ヶ月経過)
確認方法 目視



全 景



舗装状況



床版下面

施工箇所と未施工箇所

追跡調査時に地覆部の施工箇所と未施工箇所を観察した結果、表面に明確な差が現れていた。



施工5年6ヶ月経過後状況



施工5年6ヶ月経過後状況

新設橋梁 床版防水（冬季施工）

新設橋梁の橋面防水をCSⅡ工法で行った。冬季の施工は気温に注意する必要があるが、CS-21の材料適用条件（気温5℃以上）を満たしていることを確認後に施工を行った。



高圧洗浄状況



CS-21 塗布状況



湿潤散水状況



施工完了

既設PC橋梁 床版防水

港湾内に架橋され、供用開始から30年経過したPC橋梁の改修工事において、橋面防水が当初設計のシート防水からCS-21塗布に変更され、CSⅡ工法にて施工を行った。アスファルト舗装除去後、床版上面にCS-21を塗布することで、目視では発見し難い微細なひび割れなどの空隙から、水や各種劣化因子の侵入を抑制し、水密性・耐久性を向上させた後に、上面増厚工法による補強対策が実施された。（施工面積：約430㎡）



施工箇所全景



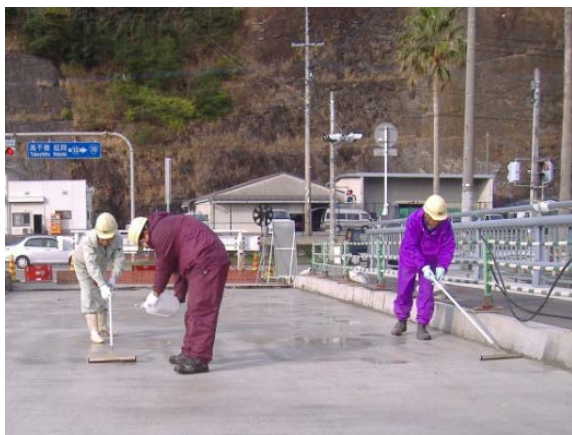
施工前



舗装撤去状況



高圧洗浄状況



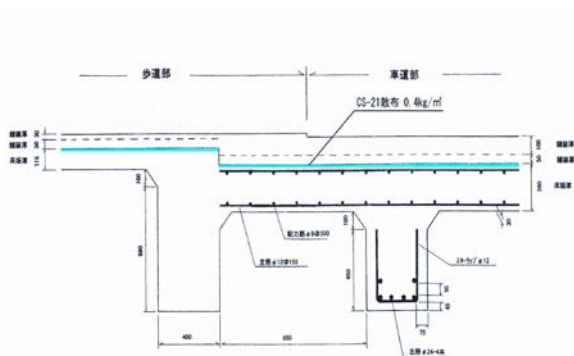
CS-21塗布状況



施工完了

既設橋梁 床版防水（夜間施工）

架設から65年経過し劣化損傷したRC T桁橋の補修工事において、下面からのひび割れ注入工法による補修に先立ち、上面からの床版防水をCS-21塗布工法により行った。都市中心部に位置し交通量の多い環境であるため、夜間の通行止時間内にアスファルト切削から再舗装まで一晩で施工を完了した。（施工面積：325㎡）



施工概要図



アスファルト切削状況



清掃状況



CS-21 施工前：強制乾燥



CS-21 散布状況



CS-21 散布状況

新設橋梁 床版上面表面保護および壁高覧打継ぎ部処理

国道の橋梁上部工新設工事において、床版コンクリートの耐久性向上を目的とした表面保護工および床版と壁高欄の打継ぎ部処理材としてCS-21が技術提案され採用された。CS-21施工後にシート防水工・舗装工が実施され供用が開始された。約2年経過時点でプリスタリング発生などの不具合も無く経過は良好である。



施工箇所全景



CS-21 塗布状況



CS-21 塗布状況



湿潤散水状況



打継ぎ部CS-21 散布状況

新設橋梁 床版上面表面保護（耐久性向上対策）

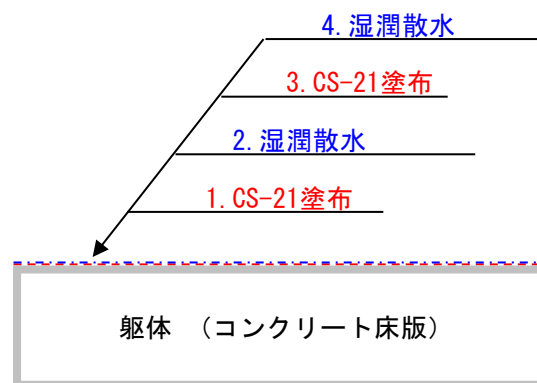
橋梁上部工事において、床版コンクリート打設後、次工程の防水層設置まで、数ヶ月以上の期間が空くため、雨水等の劣化因子浸入を抑制する耐久性向上対策（表面保護工）が検討された結果、CS-21が採用され、CSⅡ工法にて施工を行った。

CS-21は、硬化コンクリート表面から塗布し浸透させることで、外観目視では視認し難い微細ひび割れを含む表層部を緻密化し、水・劣化因子の浸入（鋼材腐食）を抑制する。



施工箇所 全景

CSⅡ工法 施工概要図



施工前



CS-21 塗布状況



施工完了

新設橋梁 施工目地および桁端部 表面保護

高速道路の橋梁上部工工事において、ブロック施工目地からの水の侵入防止および桁端部水掛り部分の表面保護としてCS-21が技術提案され採用された。

(CSI工法、施工面積：ブロック施工目地132㎡・桁端部・278㎡)



施工箇所 全景



CS-21 塗布状況



湿潤散水状況



CS-21 塗布状況：端部



CS-21 塗布状況：人孔

既設橋梁 床版上面および地覆部 表面保護（凍害・塩害対策）

寒冷地に位置する既設橋梁の耐震補強工事に伴い、長寿命化対策として凍害および凍結防止剤散布による塩害対策が検討された。代替道路がなく、長期間の通行止めが困難なため、床版防水層設置の代替案として、コンクリート(SFRC)舗装面から塗布浸透させることで、床版コンクリートへの水や各種劣化因子の侵入を抑制する表面含浸工法が設計された。

長期耐久性が必要なため無機系材料であること、工期短縮のため下地の乾湿状態による影響を受けにくいこと、経年後に補修・補強対策が必要となった場合に対策工法が限定されないことから、反応型けい酸塩系表面含浸材・けい酸ナトリウム系表面含浸材が選定された。

適用にあたっては、凍結融解抵抗性、施工後の走行性への影響、耐用年数についての性能照査が実施され、CS-21が選定された。(CS II工法、施工面積：約980㎡・床版上面および地覆部全面)



全 景



CS-21 塗布状況（床版上面）



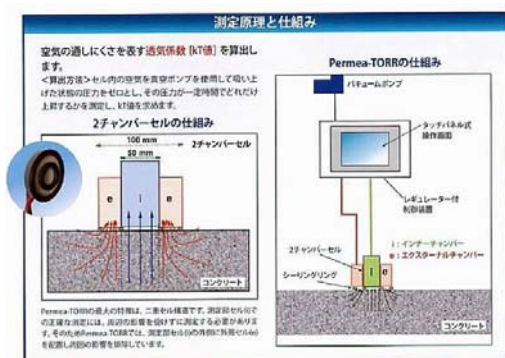
CS-21 塗布状況（地覆部）



施工完了

施工効果確認試験

本件では、CS-21の施工効果確認試験を表層透気試験（トレント法）により行った。床版および地覆部上面より任意に選定した9箇所の透気係数(kT)を、透気試験機（パーマ・トル）にて施工前後に測定した結果、施工約1ヶ月後の透気係数は 施工前の約1/3（施工前比平均33.2%）と施工前に比べ施工後の透気係数が減少する傾向がみられたことから、表層部の緻密化による物質移動抵抗性向上効果（劣化抑制効果）が確認された。



測定原理と仕組み



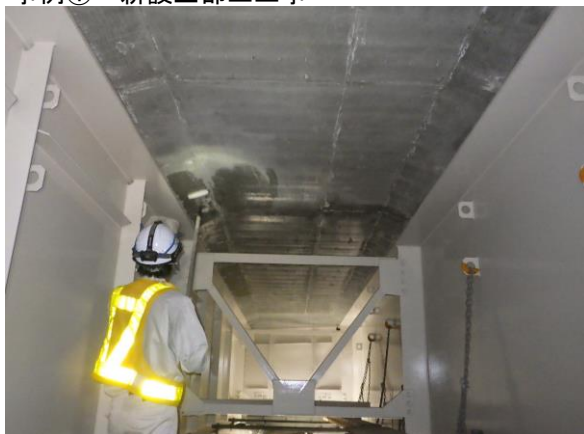
試験状況

新設橋梁 表面保護（CS-21ネオ）

CS-21ネオ（反応型けい酸塩系表面含浸材）は、硬化したコンクリート表面に塗布することで、既存の微細ひび割れなどの空隙を充填して表層部を緻密化し、施工後に新たに発生する微細ひび割れなどの空隙も充填する性能により、水や各種劣化因子の侵入（鋼材腐食）を長期にわたり抑制する。

従来材料では必須であった材料塗布後の散水（湿潤散水）を省略できるため、施工性が優れており、新設コンクリートの更なる品質・耐久性向上対策などの表面保護に採用されている。

事例① 新設上部工工事



床版下面：CS-21ネオ塗布状況



壁高欄：CS-21ネオ塗布状況

事例② 新設PC橋上部工事



壁高欄：CS-21ネオ塗布状況



壁高欄：CS-21ネオ塗布状況

事例③ 新設下部工工事



橋座部：CS-21ネオ塗布状況



胸壁部：CS-21ネオ塗布状況

既設橋梁 表面保護（CS-21ビルダー）

CS-21ビルダー（2液混合型・反応型けい酸塩系表面含浸材）は、硬化したコンクリート表面に塗布することで、既存の微細ひび割れなどの空隙を充填して表層部を緻密化し、施工後に新たに発生する微細ひび割れなどの空隙も充填する性能により、水や各種劣化因子の侵入（鋼材腐食）を長期にわたり抑制する。

助剤から水酸化カルシウムを補給することで、中性化した既設コンクリートでの反応性を向上させている。また、従来材料では必須であった材料塗布後の散水（湿潤散水）を省略できるため、施工性に優れており、既設コンクリートの長寿命化などの表面保護に採用されている。

事例① 橋梁耐震補強工事



地覆：CS-21ビルダー塗布状況



橋台：CS-21ビルダー塗布状況

事例② 橋梁補強補修工事



床版下面：CS-21ビルダー塗布状況



床版下面：CS-21ビルダー塗布状況

事例③ 橋梁補修工事



桁：CS-21ビルダー塗布状況



桁：CS-21ビルダー塗布状況

既設橋梁 床版下面および地覆部 表面保護（塩害・中性化対策）

供用開始から約35年経過した既設橋梁の点検・調査の結果、一部で鉄筋の腐食が確認されたため、断面修復を実施することとなり、併せて、表面保護工法による予防保全対策が検討された。

海岸付近（港湾内の河口部）に位置する環境であるため、①飛来塩分の浸透抑制、②中性化の進行による内部に浸透した塩化物イオンの移動・濃縮を抑制、③耐久性低下の要因となる目視では発見し難い微細なひび割れなどの空隙からの水や劣化因子の侵入抑制が要求された。

また、④施工後の外観変化がなく、躯体を直接目視点検可能であること、⑤下地の乾燥が困難なため、湿っていても施工可能であること、⑥経年後に補修・補強対策が必要となった場合に対策工法が限定されないことも求められた。

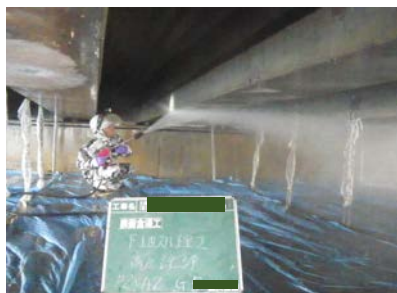
長寿命化（延命化）対策として上記①～⑥の項目について検討され、CS-21が選定された。
（施工面積：約3,500㎡・床版下面および地覆部・CSⅡ工法）



全 景



橋梁位置（赤丸部）



素地調整（高圧洗浄）



CS-21 散布



湿潤散水



CS-21 散布



湿潤散水



施工完了



塗布確認シート（施工後）



塗布確認シート（施工後）

※CS-21 塗布確認シートは、表面が中性化したコンクリートの場合、未施工箇所では無色のまま変化はないが、CS-21 を塗布した施工箇所では赤紫色を示すため、任意の箇所でもCS-21 塗布の有無を容易に確認することが可能なツール。

既設橋梁 床版下面および橋台 表面保護（中性化対策）

本件は供用から50年以上経過した橋梁の補修工事であり、主桁鋼板接着・伸縮継手工・橋脚コンクリート巻立・落橋防止装置工などの足場設置に併せて、中性化対策の表面保護工としてCS-21が採用され、CSⅡ工法にて施工を行った。（施工面積：約500㎡）



施工箇所全景



側壁 CS-21 塗布状況



橋台 高圧洗浄状況



橋台 CS-21 散布状況



床版下面全景



床版下面 CS-21 塗布状況

既設橋梁 床版下面および橋台 表面保護（塩害対策など耐久性向上対策）

国道事務所管内の橋梁補修工事において、水および劣化因子の侵入を抑制し耐久性を向上させる表面保護工としてCS-21が採用され、CSⅡ工法にて施工を行った。海に近い一部の橋梁については潮間帯のため、干潮の時間にあわせて短時間で施工を行った。



M橋 CS-21 塗布状況



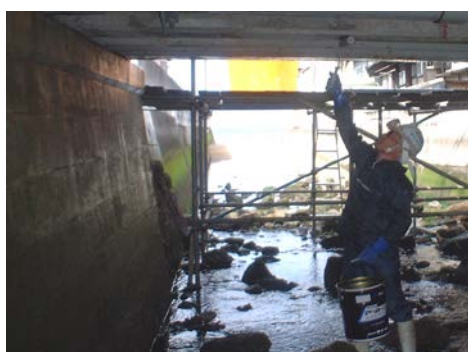
Y橋 CS-21 塗布状況



H橋 CS-21 塗布状況



T1号橋 高圧洗浄状況



U橋 CS-21 塗布状況



T3号橋 高圧洗浄状況



N橋 CS-21 塗布状況



S橋 CS-21 塗布状況

新設橋梁 橋脚 表面保護（塩害対策）

日本海沖合いに位置する諸島のほぼ中央で海上を渡る国道橋梁の建設工事において、海中に設置される橋脚が、日本道路協会の道路橋示方書・同解説 Ⅲ コンクリート橋・コンクリート部材編「塩害対策区分：S・影響が激しい」に該当し、塩害による劣化が懸念されたため、対策として、コンクリートの更なる品質向上・耐久性向上を目的としたCS-21工法による表面保護が技術提案され、採用された。（施工面積：約3,000m²）



施工箇所全景



CS-21 塗布状況



CS-21 塗布状況



湿潤散水状況

追跡調査

施工から約7年経過時点で追跡調査を行った。外観目視検査の結果、変状および不具合箇所は認められなかった。



橋梁全景・施工箇所全景（追跡調査時：施工後約7年経過）

新設橋梁 橋脚 表面保護（品質向上対策）

国道バイパスの新設高架橋下部工工事において、躯体コンクリートの品質向上を目的としたVE提案による表面保護工に、CS-21塗布工法が採用された。埋戻し前にフーチング部を施工し、全リフト打設完了後に地上部の施工を行った。（施工面積：約1,800m²）



フーチング部：施工状況



天端部：施工状況



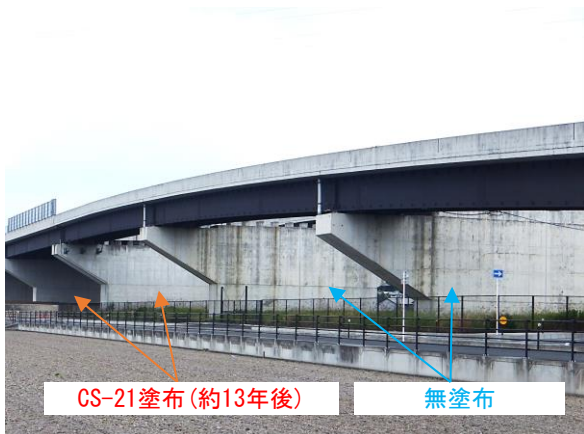
側部：施工状況



橋脚全景（施工完了後）

追跡調査

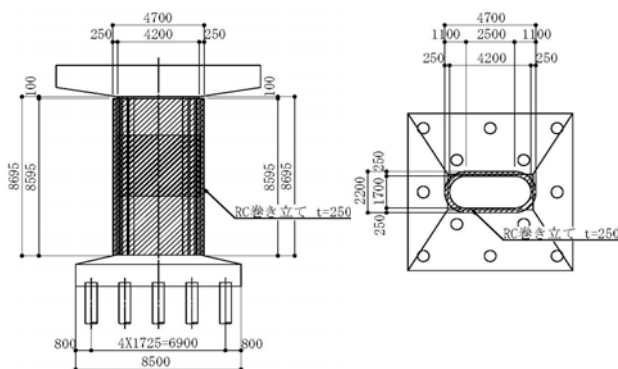
施工から約13年経過時点で追跡調査を行った。外観目視調査の結果、変状は確認されず、経過は良好であった。また、同時期に建設された隣接工区の橋脚（CS-21無塗布）に比べ、CS-21塗布箇所は表面の汚れが少なかった。



橋脚遠景・施工箇所全景（追跡調査時：施工から約13年経過時点）

橋脚RC巻立てコンクリート ひび割れ抑制対策

既設橋梁の耐震補強工事において、張出式小判型橋脚4基にRC巻立て工法（巻立て厚250mm）が設計されていた。ひび割れ抑制対策として、当初設計の高炉セメントから普通ポルトランドセメントへの変更、膨張材の混和に加え、CS-21工法による表面保護工が提案され採用された。既設面の劣化部除去後にCS-21クリアーを塗布することで、下地を強化し、打設後の巻立て部にCS-21を塗布することで、表面保護を行った。



橋脚RC巻立て補強構造図



CS-21クリアー散布状況

施工時期

平成22年11月・12月（宮城県）

施工手順

下地処理

- ①バキューム式サンドブラスト
- ②CS-21クリアー（0.4kg/m²）
- ③湿潤散水

表面保護工

- ①清掃および水湿し
- ②CS-21塗布（0.2kg/m²）
- ③湿潤散水



巻立てコンクリート打設状況

追跡調査

東日本大震災後の平成23年6月に、コンクリート診断士による調査が実施された。目視調査の結果、P4橋脚では、木コン下部に打設後の沈下に伴うと考えられる0.1mm未満のひび割れが、5箇所程度確認されたが、縦方向に規則性のある乾燥収縮ひび割れは確認されなかった。他の3基では、ひび割れは確認されず、度重なる地震の影響もみられないことから、ひび割れ抑制に一定の効果があったものと考えられる。



全 景



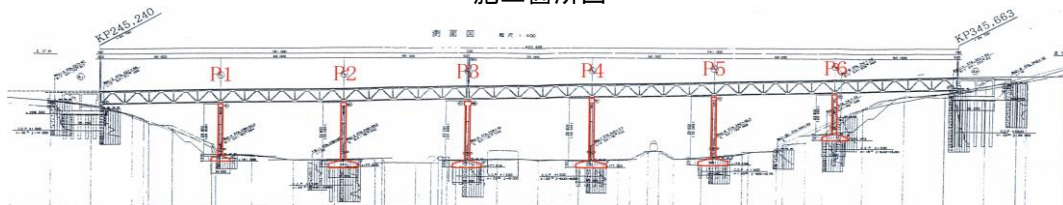
ひび割れ調査状況

橋脚ひび割れ補修

高速自動車道の高架橋耐震補強工事において、補強部近辺の幅0.2mm未満のひび割れ補修に、CS-21工法が採用され施工を行った。

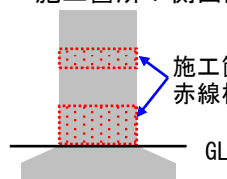
事前調査において、ひび割れが鉄筋にまで到達している部分もあり、耐久性の低下が懸念されたため、対策として防錆材を塗布後、CS-21の塗布と、微粒子セメントのすり込みによる補修を行った。（施工箇所：P1～P6、施工面積：約1,100m²）

施工箇所図

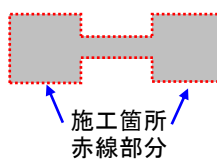


橋脚全景

施工箇所：側面図



施工箇所：断面図



施工手順

- ① 下地処理
- ② 防錆材塗布 (200g/m²)
- ③ 湿潤散水 (150g/m²)
- ④ 養生期間 (4日間)
- ⑤ CS-21塗布 (150g/m²)
- ⑥ 湿潤散水 (150g/m²)
- ⑦ 微粒子セメントすり込み
- ⑧ CS-21塗布 (150g/m²)
- ⑨ 湿潤散水 (150g/m²)



防錆材塗布状況



CS-21塗布（1回目）状況



微粒子セメントすり込み状況



CS-21塗布（2回目）完了状況

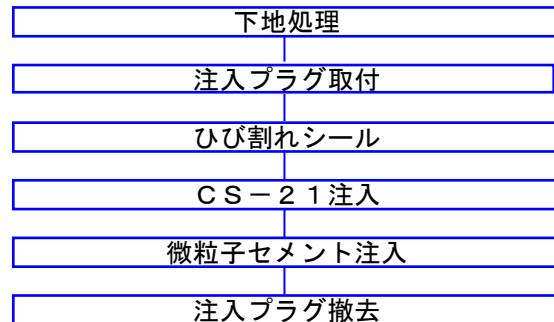
橋台ひび割れ補修

橋台に発生したひび割れ補修をCS-21注入工法にて行った。天端部については、幅0.2mm以上のひび割れ注入後に、CS-21を全面塗布し、表面保護および微細ひび割れ補修を行った。



施工箇所全景

ひび割れ注入工法 施工手順



天端部：高圧洗浄状況



天端部：CS-21注入状況



天端部：CS-21塗布状況



天端部：湿潤散水状況



側面：CS-21注入状況

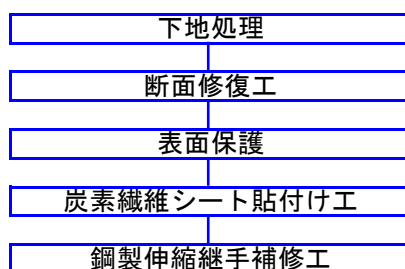


側面：微粒子セメント注入状況

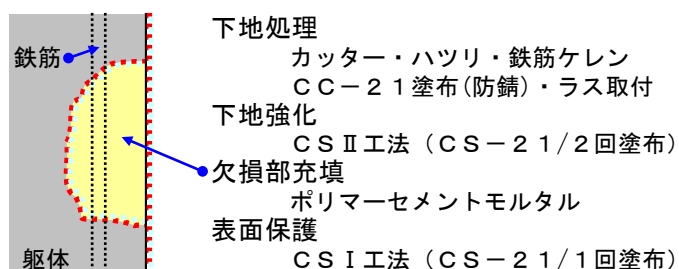
橋梁改修工事

竣工から約50年経過した道路橋（SRC造）において、漏水および中性化による鋼材・鉄筋の腐食、かぶりコンクリートのはく落が発生し、全面改修工事が発注された。
CS-21により断面修復時の下地強化および修復材（ポリマーセメントモルタル）の表面保護を行い、CC-21により鋼材・鉄筋の防錆を行った。
施工完了後、漏水箇所も無くなり、断面補修材の圧縮強度および付着力ともに所定以上の結果が得られた。

施工概要



CS-21工法 施工概要図・施工手順



施工前



施工後

追跡調査

外観調査ではジョイント部の一部を除き、漏水は確認されなかった。躯体表面に白華現象が見られるが、これは漏水によるものではないため、カルシウム分とCS-21の反応による不溶性の結晶と考えられる。また、打音調査においても浮きなどの不具合は確認されず、経過は良好であった。

追跡調査年月：平成18年7月（6年5ヶ月経過） 確認方法：目視・打診



全景



下面拡大：漏水・浮き共になし