ピーニング系工法を用いた予防保全対策の施工性検証

阪神高速道路株式会社　正会員　○柿木　啓　八ツ元　仁　小林　寛
阪神高速技術株式会社　正会員　塚本　成昭　非会員　坂根　英樹

１．はじめに

3 径間連続鋼斜張橋（149+355+149m, 1982 年供用，**写真-1**）の鋼床版箱桁内主桁ウェブのコーナープレート（以下，C-PL）とデッキプレート（以下，D-PL）との溶接止端部から D-PL を貫通するき裂が発見された（**写真-2**）．このような D-PL を貫通するき裂の対策として D-PL 上面から当て板を行ったが，阪神高速道路では長時間の交通規制が必要となることから，ご利用されるお客様への影響が大きい．

そこで，溶接止端部を起点とする鋼床版の D-PL 貫通型き裂に対する予防保全策として施工効率とコストの観点からピーニング系工法を検討し，4 つの工法について当該斜張橋にて現地試験施工を行った．本稿では，施工効率，騒音など現地試験施工結果について報告する．

２．ピーニング系工法による試験施工の概要

本検討では超音波衝撃処理（UIT）[1)]，エアー式ニードルピーニング（PPP）[2)]，衝撃き裂閉口処理（ICR）[3)]，コールドスプレー技術を応用した SmartZIC 工法[4)]を選定した．それぞれの工法の概要を**表-1** に示す．箱桁内において，4 工法についてテストピースによる施工及び C-PL と D-PL の溶接線 D-PL 側止端 75m の施工を行い，上向き作業による施工性，施工時の騒音，品質管理，経済性，施工スピードなどの観点で評価した．試験施工箇所を**図-1** に示す．

写真-1　3 径間連続鋼斜張橋

写真-2　箱桁内面デッキプレート貫通き裂

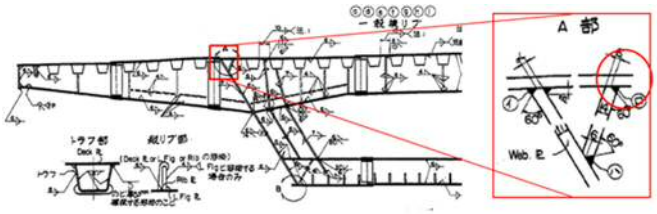

図-1　試験施工箇所

表-1　ピーニング系工法概要一覧

	UIT	PPP	ICR	SmartZIC
工法の原理	超音波を用いたピンによる打撃	圧縮空気を用いたピンによる打撃	圧縮空気を用いたピンによる打撃	亜鉛とアルミ粉末の投射
使用機器				

キーワード　鋼床版，き裂，予防保全，ピーニング，施工性
連絡先　〒552-0006　大阪市港区石田 3-1-25　阪神高速道路(株)大阪管理局　ＴＥＬ06-6576-3881

表-2 ピーニング系試験施工結果一覧

項目	UIT （超音波衝撃処理）	PPP （エアー式ニードルピーニング）	ICR	Smart ZIC
施工性評価 （上向き作業性）	・ﾊﾝﾄﾞﾂｰﾙが大きいため狭隘部に入りづらい ・ﾊﾝﾄﾞﾂｰﾙが重く長時間不可能	・重量及び大きさ共に適切	・押さえる方向とﾚﾊﾞｰの向きが違うため安定しない	・レール自動走行の場合，桁の振動が伝わり噴射位置が安定しない
環境評価 （騒音，振動など）	・連続作業に影響するほどの振動は感じない	・連続作業に影響するほどの振動は感じない	・振動は大きく連続作業困難 ・桁内に打撃音が反響	・騒音，振動無し
騒音レベル （テストピース施工時）	箱桁内 通常時 80dB （ｼﾞｮｲﾝﾄ音有） 施工時 92dB 路下の作業場所直下 通常時 68dB 施工時 74dB （実橋 68dB）	箱桁内 通常時 80dB （ｼﾞｮｲﾝﾄ音有） 施工時 95dB 路下の作業場所直下 通常時 68dB 施工時 77dB （実橋 69dB）	箱桁内 通常時 80dB （ｼﾞｮｲﾝﾄ音有） 施工時 98dB 路下の作業場所直下 通常時 68dB 施工時 78dB （実橋 71dB）	箱桁内 通常時 80dB （ｼﾞｮｲﾝﾄ音有） 施工時　未計測 （打撃無し） 路下の作業場所直下 通常時 68dB 施工時　未計測 （打撃無し）
品質管理の評価（簡易性）	・溝深さが浅いため計測しづらい	・品質項目で時間当たりの長さが決められているので管理が容易	・外観および触手により比較的容易	・噴射速度及び膜厚測定
経済性評価	・機械使用料が高価 ・長距離での電源(200V)の確保が必要	・圧縮空気の供給に設備が必要 ・機械の購入が必要	・機材が安価	・機材使用料及び機材費が高価
施工スピード	・ﾊﾝﾄﾞﾙﾂｰﾙが重いため連続作業は困難 ・機材重量の関係で移動が困難	・連続作業可能なため，比較的早い	・振動，騒音及び圧縮空気の振動で連続作業困難	・比較的早い ・景観上の制約を除き塗装不要のため工期短縮可能

３．試験施工結果

施工性等を評価した試験施工の結果を**表-2** に示す．試験施工は打撃系の 3 種類は比較のため全て同じ作業員により実施した．以下に結果をまとめる．

UIT については，ハンドツールの重さ及び大きさのため，狭隘部の上向き連続施工を行うには工夫が必要である．騒音レベルは打撃系の中では最も小さい測定値となった．200V 電源が必要なため，長距離連続施工を行う場合は注意が必要である．

PPP については，機器の重さや大きさは上向き施工に支障はなく，品質管理も時間当たり施工長さが定められており比較的容易である．圧縮空気の供給が必要なため，長距離連続施工を行う場合は注意が必要である．

ICR については，打撃による振動が強く，打撃操作レバーと機器を押さえる方向が異なるため安定しにくい．また，振動は大きく打撃音も箱桁内に反響するため，長時間連続作業を安定して行う場合は工夫が必要である．

SmartZIC については，今回はレールによる自動施工のため，レールが桁の振動を受けて噴射位置が安定しなかった．金属を高速で衝突させる特性から，打撃による騒音及び振動がないため，手動による施工性は今後確認する必要がある．また，施工後の塗装が不要となるため，環境に配慮すべき箇所に適用の可能性がある．

４．まとめ

上向き作業での連続施工性及び施工スピードは若干ながら PPP が良い結果となった．ただし，今回は箱桁内における狭隘部の鋼床版上面に対する上向き作業での試験施工結果であるため，施工場所や施工条件，施工規模を考慮して適宜評価する必要がある．

参考文献 1）冨永ら：補修溶接を施した既設クレーンランウエイガーダーの超音波衝撃処理による疲労寿命向上，鋼構造論文集，Vol. 14，No.55，pp.47-58，2007. 2）苗木ら：溶接止端部にき裂を有するステンレス鋼のピーニングによる疲労限度向上とき裂の無害化，圧力技術　第 53 巻 3 号，pp.30-pp.38，2015. 3）石川ら：ICR 処理による面外ガセット溶接継手に発生した疲労き裂の寿命向上効果，土木学会論文集 A，Vol.66，No.2，pp.264-272，2010. 4）松原ら：SmartZIC 工法による溶接継手の疲労強度向上効果，土木学会第 72 回年次学術講演会，Ⅰ-265，pp.529-pp.530，2017.