

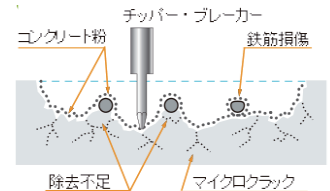
既設橋梁の修繕対策

劣化したコンクリートゲルバー橋の復旧

- ・WJ工法によるはつり技術の採用
- ・断面修復工の考え方

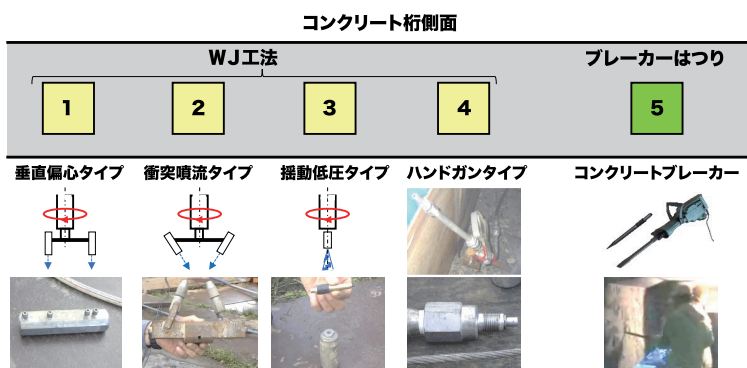


自然環境下にあるコンクリート構造は、時間経過に伴って中性化や凍結防止剤散布による鉄筋腐食・コンクリート剥離、凍害によるコンクリート脆弱が進行するため、劣化コンクリートを除去して断面修復対策が多く実施されています。コンクリートの除去には、ブレードやピックハンマーを使用することが一般的ですが、除去不足・鉄筋損傷・マイクロクラックが発生し、断面修復後の新旧コンクリートの一体化の障害となっています。ここでは実際にウォータージェット工法（以下、WJ工法）を用いて劣化コンクリートをはつり、断面修復対策を実施した事例を紹介します。



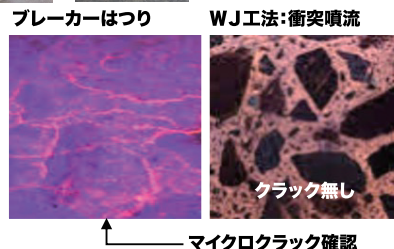
WJ工法を用いたはつり技術の利用

上晴では、実構造物を用いてWJのセレクトビティ（劣化部分の確実な除去）の適用性についてブレードはつりの悪影響評価とともに検証しています。

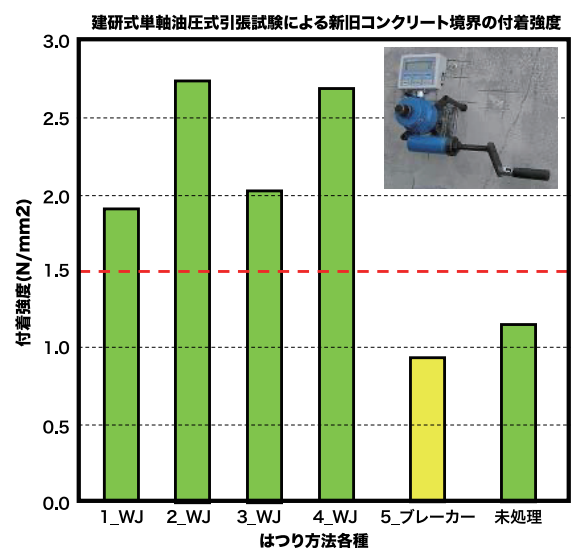
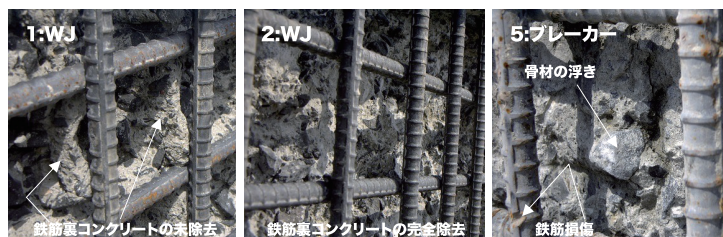


その際、はつりに適したWJ工法の仕様（ノズルの噴流角度の設定）も確認しました。劣化しているコンクリート桁側面5箇所（上図）に対して、4種類のノズルに対応したWJ工法及びブレードによるはつりを実施（右上動画参照）しました。はつり後、コアを採取して蛍光浸透探傷剤を用いてマイクロクラックの発生有無・状況

（右下動画・右写真参照）を確認しています。ブレード部のコアには顕著にマイクロクラックが確認できましたが、WJ工法部のコアには確認できません。建研式単軸油圧式引張試験機による新旧コンクリート境界の付着強度試験の結果（右図）は、WJ工法は全てにおいて付着強度の基準値である1.5N/mm²以上を満足していますが、ブレードに至っては低水準であり、未処理のものにも満たない状況です。



マイクロクラック確認



断面修復に使用する材料の選定

既設コンクリート構造を再度、コンクリート系材料を用いて断面修復を実施する上で重要なポイントがあります。母体側のコンクリート構造の『弾性係数』と『線膨張係数』を知ることが非常に重要です。弾性係数とは“材料の固さを表す指標の1つ”です。弾性係数が大きければ、部材が固いことを意味し、逆に弾性係数が小さいと、部材は柔らかいことを意味します。線膨張係数とは、温度上昇によって部材の長さや体積が膨張する割合を温度あたりで示したもので、熱膨張係数とも呼ばれています。

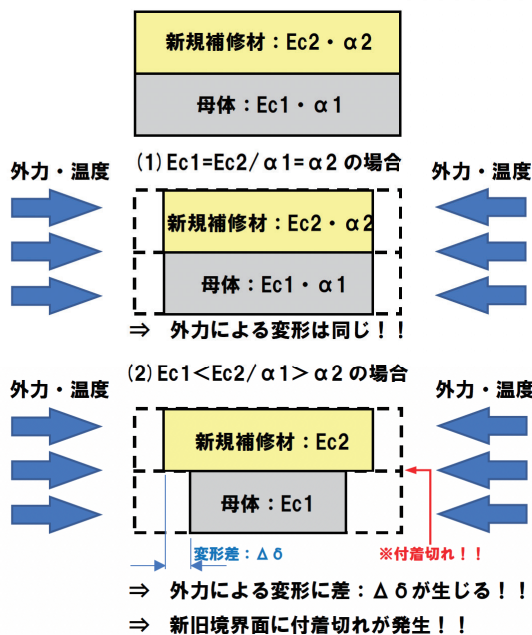
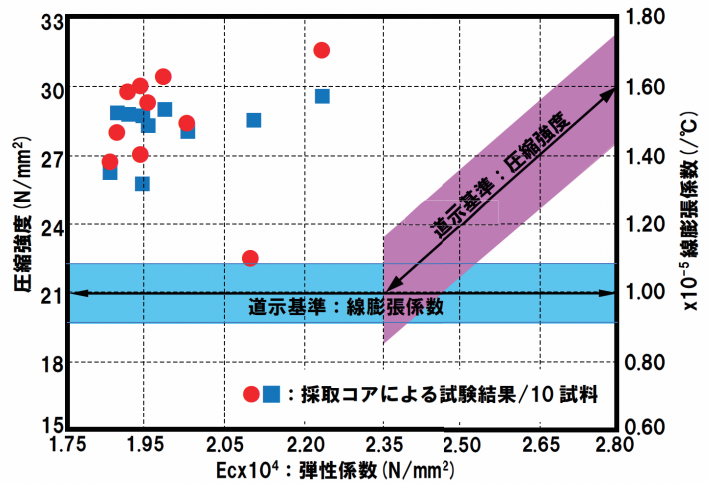
道路橋示方書におけるコンクリートの弾性係数及び線膨張係数は右表のように定義されています。

断面修復時に、既設コンクリート構造の調査として圧縮強度試験は実施されています。その結果を踏まえて、上記の弾性係数を推定し材料を選定するケースが多く見られます。しかしながら、竣工から時間が経過した既設コンクリート構造は、自然環境による劣化影響を受けており、また適切な骨材等の配分が安定していない可能性が考えられます。今回、検討対象となったコンクリート橋は竣工から85年経過しており、主桁から採取したコアから得られた圧縮強度と弾性係数及び線膨張係数の関係は右図に示す通りです。圧縮強度： σ_{ck} は27～30N/mm²に集中していることから弾性係数： E_c は2.65～2.80x10⁴N/mm²（■範囲）と推測されました。しかしながら試験結果では1.85～2.05x10⁴N/mm²と大幅に下回る傾向が確認できました。また線膨張係数は道示基準： $\alpha=1.00 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 程度（■範囲）ですが、実際は1.40～1.60/ $^{\circ}\text{C}$ と大幅に上回る状況でした。昔の構造物は、当時の打設計画のわかる資料がほとんどなく、また自然環境影響によって大きく物性値を変える可能性が考

られます。もし、このような現状把握を理解しない状態で断面修復材を選定した場合、下左図(2)に示すように新旧材料の境界面で付着切れが発生する可能性があります。非常に高いと判断できます。

道路橋示方書におけるコンクリート物性値 N/mm²

設計基準強度	21	24	27	30	40	50
弾性係数	2.35x10 ⁴	2.50x10 ⁴	2.65x10 ⁴	2.80x10 ⁴	3.10x10 ⁴	3.30x10 ⁴
線膨張係数	10x10 ⁻⁶ / $^{\circ}\text{C}$					



断面修復材料の物性値比較（湿式吹付ポリマーセメントモルタル）

名 称	デンカスブリード エース	リフレGショット	U-リペアショット
概 要			
コンクリートとの 付着性 (N/mm ²)	2.30>1.50	2.70>1.50	2.40>1.50
弾性係数 (N/mm ²)	1.98x10 ⁴	1.92x10 ⁴	2.18x10 ⁴
線膨張係数 (/°C)	0.91x10 ⁻⁵	1.52x10 ⁻⁵	1.30 x10 ⁻⁵
中性化抵抗性	普通コンクリート の 1/5	0.00mm/28day	0.98mm/√週
遮塩性 (cm ² /day)	2.33x10 ⁻⁴	2.55x10 ⁻⁴	2.33x10 ⁻³
圧縮強度 (N/mm ²)	42.9	41.3	43.7

以上より、右上表に示す湿式吹付ポリマーセメントモルタルを比較して、材料として、実際の断面修復対象コンクリート橋の物性に近いリフレGショットを選定しました。なお吹付材料を使用した理由として型枠工が不要であること、曲線形状に合った最終コテ仕上げが可能なたためです。実際のモルタル吹付作業状況を右動画に示しています。

はつり方法としてWJ工法を採用することで、既設コンクリートへのマイクロクラック発生を防止し、既設コンクリートの弾性係数及び線膨張係数を評価した上で、同種の断面修復材を選定することで新旧コンクリート境界面の

付着切れの心配をクリアすることが可能となり、

構造物の耐荷力を維持することが可能となりました。現在、断面修復対策を実施したコンクリート橋に対して、今後の劣化進行程度を経時的に監視するモニタリングシステムを実施(左動画参照)しています。鋼材腐食に伴う電流変化の原理に着目したシステムで、補修効果検証に一役を担っています。

