

復元設計結果より、B 活荷重作用時に不足する 1 径間当たりの緊張力約 1000kN を図-1 に示すように、8 列に分割して導入した。1 列当たりの導入緊張力は 127kN で、1 枚当たり 200g 目付、幅 300mm の PBO シートを 3 層に積層して、一括緊張した後に接着した。また、1 列の貼り付け長は図-2 に示すように 14.0m とした。

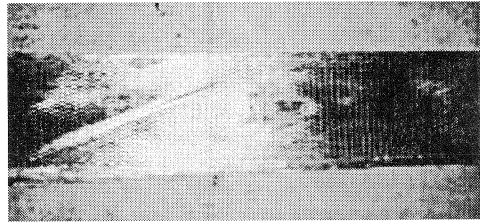


写真-1 PBO 連続繊維シート

4. PBO 連続繊維シート緊張接着補強工法

本工法は、写真-1 に示す未含浸の PBO シートを専用の緊張ジャッキによって緊張した状態でエポキシ系の含浸接着剤を塗布しコンクリート主桁下面に接着し、接着剤の硬化後に緊張力を導入する工法である。本工法の概要を図-3 に示す。また、PBO シートの特性値を表-1 に示す。

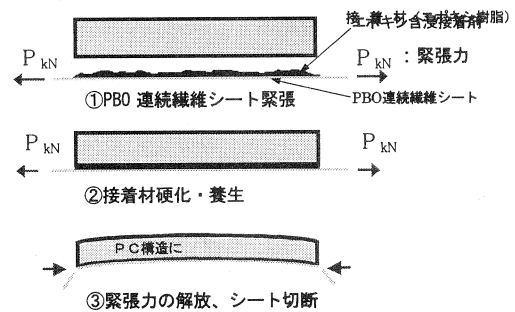


図-3 PBO 連続繊維シート緊張接着補強概要

5. 接着方法

本工法は、緊張した PBO シートをコンクリート主桁下面に密着させるためエアバッグ工法を採用した。エアバッグ工法は、コンクリート主桁下面と PBO シートをエアバッグ用のフィルムで覆い、フィルム内の空気を真空ポンプによって抜き取り真空状態をつくり、PBO シートとコンクリート主桁下面を大気圧で圧着させる。エアバッグの概要を図-4 に示す。

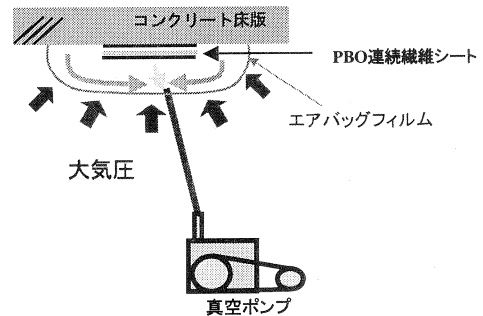


図-4 エアバッグ概要

6. 緊張方法

本工法における PBO シートの緊張方法は、橋軸方向に緊張した場合のジャッキ後方の作業スペースの問題、PBO シートが未含浸でも緊張できることを合わせて考慮し、PBO シートを緊張ジャッキ位置で 90 度偏向させ下方にストロークを伸ばす緊張方法とした。

7. 施工概要

床版橋の場合の施工フローを図-5 に示す。

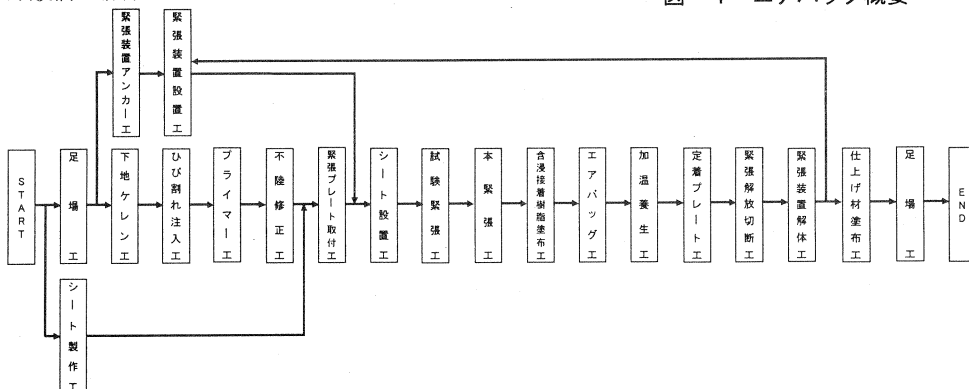


図-5 施工フロー（床版橋の場合）

本工事は、寒冷地における冬期の施工であったため、作業足場内をシートで覆い、ヒーターによる養生も終日行うことで、作業足場内の温度がほぼ一定となるように注意した。

次から、主な施工工程について説明する。

（１） シート製作工

緊張する PBO シートは、屋内で端部処理などの加工を事前に行った。

（２） ひび割れ注入工

本工法の施工に先立ち、ひび割れの調査を行い、幅 0.2mm 以上のひび割れには低圧注入工法、幅 0.2mm 未満はシーリングを行った。写真－２に樹脂注入状況を示す。

（３） プライマー工、不陸修正工

ひび割れ注入工が完了した後、エポキシ系プライマーを塗布し、型枠のずれ等による不陸をエポキシ系のパテにて修正した。写真－３に完了状況を示す。

（４） 緊張装置設置工

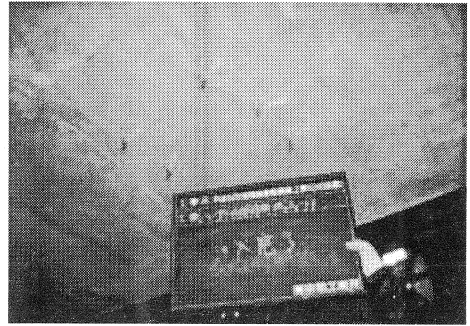
専用の緊張ジャッキは橋台、橋脚に打ち込んだアンカーによって固定した。アンカーは緊張ジャッキ 1 台当たり 4 本使用したが、隣りの列と 2 本ずつ併用し、数量を約半分にまで減らす工夫をした。写真－４に緊張ジャッキの取付状況を示す。

（５） 緊張工

PBO シートの緊張作業は、コンクリート主桁直下で行うため、先にコンクリート面と PBO シートの上面に含浸接着剤を塗布した後、手動の油圧ポンプで所定の緊張力まで緊張した。また、緊張力の管理は圧力計の示度とジャッキストロークの伸びを計測することにより行った。

（６） エアバッグ工

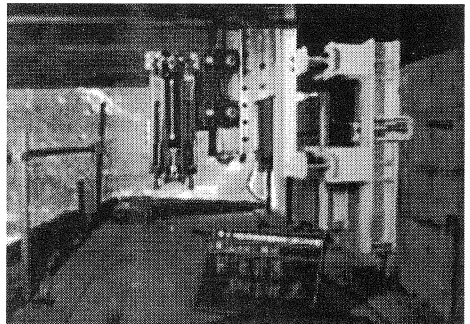
エアバッグは、PBO シートの下面に塗布した含浸接着剤とエアバッグ用フィルムの縁を切るための離型性のフィルム、エアバッグ内全体から空気を抜くための通気層シート、およびエアバッグフィルムで構成され、2 ヶ所に設けたノズルから真空ポンプで空気を抜き PBO シートをコンクリート下面に接着した。写真－５にエアバッグの施工状況を示す。



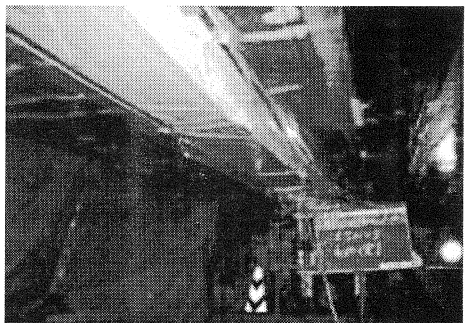
写真－２ 樹脂注入状況（低圧注入工法）



写真－３ プライマー塗布、不陸修正完了



写真－４ 緊張ジャッキ取付状況



写真－５ エアバッグ施工状況

(7) 加温養生工

シリコンラバー製の面状ヒーターをエアバッグの上から覆うように取り付け、含浸接着剤の硬化を促進した。今回使用したヒーターは自動温度制御型で、寸法は 400mm×2000mm である。通常、樹脂の養生は常温で7日程度とされているが、我々は、80℃で3時間加温養生を行うことで養生時間を短縮した。写真-6に加温養生状況を示す。

(8) 定着プレート工

シート端部の定着プレートは、写真-7に示すように3枚のステンレス鋼板を使用した。さらに、中間部にも3ヶ所に1枚ずつのステンレス鋼板を配置し、1列当たり合計9枚のステンレス鋼板を使用した。鋼板は主桁に打ち込んだ1枚当たり4本のステンレスボルトとケミカルアンカーで定着した。施工に関しては削孔作業が上向きであったため、ゲージを使用してずれないように注意した。

また、本橋が床版橋であることから、端部の定着プレートが同一断面に集中してしまうことを避け、全体を平均して貼り付け長が14.0mとなるよう、定着プレートを前後にずらして配置した(写真-8)。

(9) 緊張解放切断工

定着後、定着プレート後方でシートを切断して、緊張力を主桁に導入した。

(10) 仕上げ材塗布工

表面保護を目的として、コンクリート色のアクリルウレタン系耐候性樹脂を仕上げ材として塗装した。完成状況の全景を写真-9に示す。

8. おわりに

本工事は、寒冷地における冬期の施行となったが、事故もなく無事に終了することができた。現在は施工後の定期点検を継続しているところである。また、併せて曝露試験も行っており、こうした検証を踏まえ、本工法の更なる確立を進めていきたいと考えている。

最後に、本工法の施工に当たり、多大な御理解と御協力ならびに御指導を頂いた、長野県をはじめとした関係者の皆様に深く感謝の意を表します。

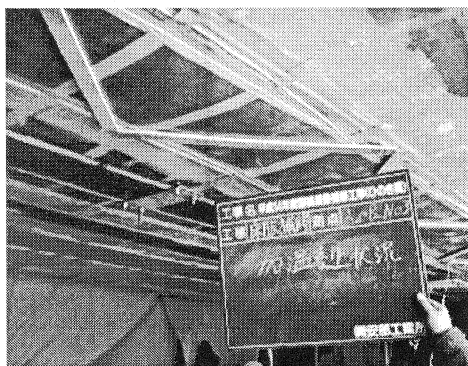


写真-6 加温養生状況



写真-7 定着プレート取付状況

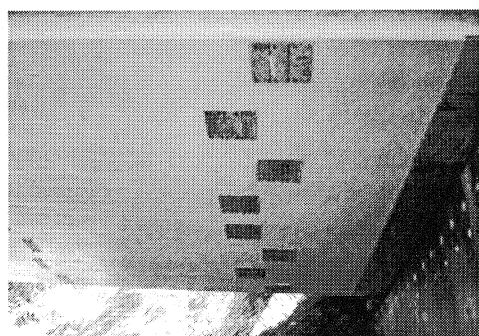


写真-8 端部定着プレート部

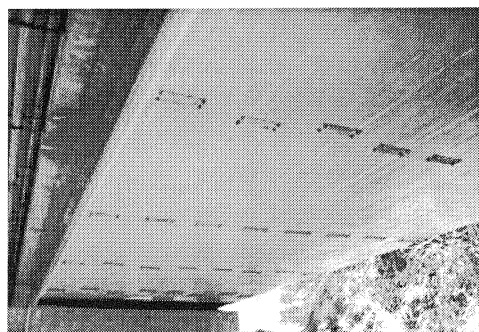


写真-9 完成状況全景