

図-1 新小金沢橋橋梁一般図

3. 施工順序

上部工の施工順序を図-2に示す。

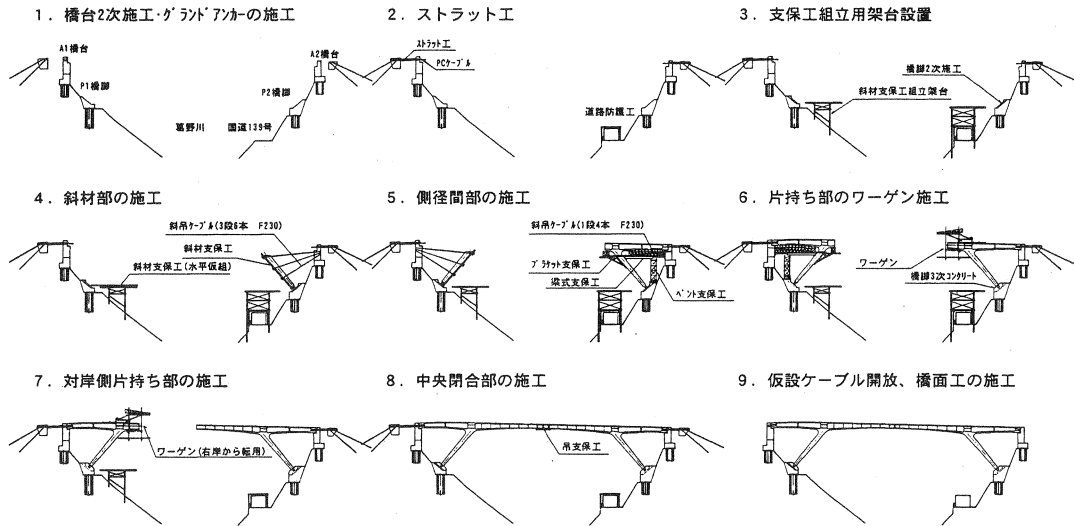


図-2 施工順序図

4. 斜材施工方法

方杖付ラーメン橋は急峻なV字谷に架設されたり、跨道橋として施工されるなど、橋脚の位置が限定される場合に計画される。本橋の架設位置は急峻な溪谷で、右岸には供用中の国道があるため、橋台と橋脚位置が限定されている。また、斜材を施工するための仮支柱などを設置することも困難である。そこで斜材の支保工は吊支保工で計画された。

支保工の架設方法としては、支保工を地組みして斜吊状態で一括架設するためには地組ヤードや大型クレーンの設置するスペースが必要となるが、ここではそのスペースがなく、支保工は部材毎に斜めに組み立てなければならない。さらに組み立て途中段階で支保工を保持する必要がある、補助工法を必要とした。

当工事では、斜材支保工の架設方法として、支保工を水平に組み、底版型枠、下鉄筋までを組み立てた後、支保工を所定の位置まで引上げる計画を立てた。

斜材支保工の引上げは、①ストランドとジャッキを使用する方法、②ウィンチを複数台使用する方法、③大型クレーンを使用する方法などが考えられた。①はジャッキの誤操作を防止するためには制御装置の

コストがかかること、②、③はウィンチまたはクレーンの能力と設置場所の問題があった。そこで、最も確実に安全性が高く、現場の状況にあった方法として、電動チェーンブロックによる支保工引上げ方法を採用した。

支保工引上げの際には全張力 30t 程度が必要であったので、安全率を 2 とし、30t 吊電動チェーンブロック 2 台を使用して引上げる計画とした。電動チェーンブロック取付用として、橋台上に H 形鋼による製作架台を設置し、電動チェーンブロックを垂直に設置し、シーブ車を介してチェーンを斜めに引上げる構造とした。

支保工の組立は斜材下方に H 形鋼による組立用架台を設置し、その上で斜材支保工を水平に組立て、斜材底版型枠、下方の主鉄筋、帯鉄筋までを水平な状態で仮組みを行った。その後、引上げ装置を組み立て、電動チェーンブロックにより、支保工を所定の位置まで引上げた。(縦梁基部はアジャストボックスによるピン構造)

その後、斜吊ケーブルを所定の位置に配置し、残りの鉄筋や型枠の施工を行い、躯体コンクリートは斜材に直角に 2 リフトに分割して打設を行った。この際、荷重の増加によって斜吊ケーブルに伸びが生じるので、事前の解析によりケーブルの引き越しを行った。

躯体支承部は仮設のせん断型鋼製ピン支承とし、斜材及び側径間の施工を行い、中央径間の張出し施工前に斜材基部をコンクリートで巻き立て剛結構造とした。

支保工解体時は、同じ装置により、15t 吊電動チェーンブロック 2 台を使用して、架台上に引き下し、解体を行った。

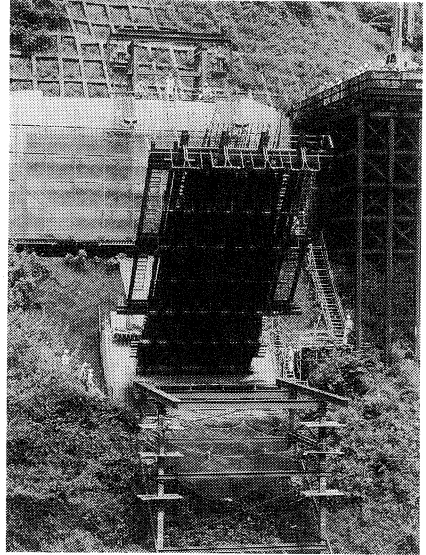


写真-2 斜材支保工引上げ状況

5. 側径間の施工方法

斜材の躯体完成後 3 段 6 本のケーブルを最上段の 1 段 4 本のケーブルに盛替え、側径間は完成した斜材、ベント支保工及び橋台に反力支持される梁式支保工及びブラケット式支保工で施工を行った。斜材躯体に作用する鉛直力は斜材の軸力と斜吊ケーブル張力で支持させるため、側径間自重による斜吊ケーブル張力増加によって、60mm 程度のケーブルの伸びが生じることが予測された。コンクリート打設に伴う斜材の変位は躯体に悪影響を生じるため、事前に斜吊ケーブルを緊張できるように橋台と斜材に山留材による圧縮部材を配置し、斜吊ケーブルの緊張を行った。

側径間支保工部のうち、中央側はブラケットによる張出支保工で施工し、ブラケット組立解体時の足場として、斜材支保工の足場を利用して実施した。

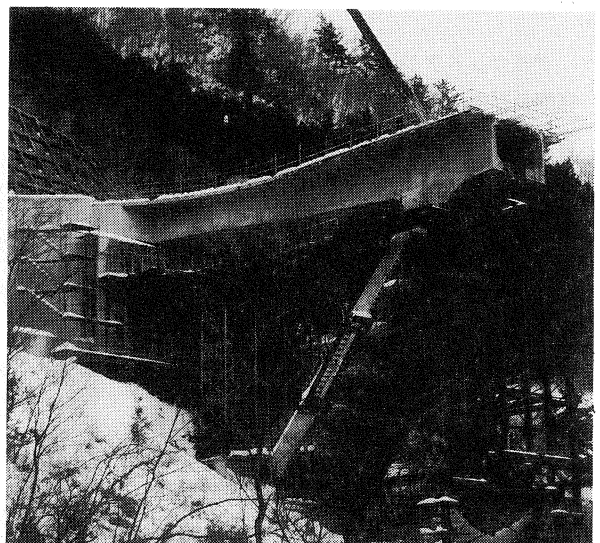


写真-3 側径間部施工状況

6. 計測管理

斜材及び側径間施工時は、支保工の安全性および既設橋台の曲げ応力度の確認のため、表-2 および図-3 に示す計測を実施した。

表-2 斜材、側径間施工時の計測内容

計測項目	計測内容	計測方法	摘要
斜材支保工の安全性	グラウンドアンカー張力計測	ロードセル(1500kN) ひずみゲージ	①
"	アンカーブロックの水平変位	測量	
"	ストラットコンクリートの応力計測	埋め込み型ひずみ計 ひずみゲージ	②
"	斜吊ケーブル張力計測	ロードセル(1500kN)	③
橋台の変状確認	橋台鉄筋のひずみ計測	ひずみゲージ	④
"	橋台水平変位	測量	

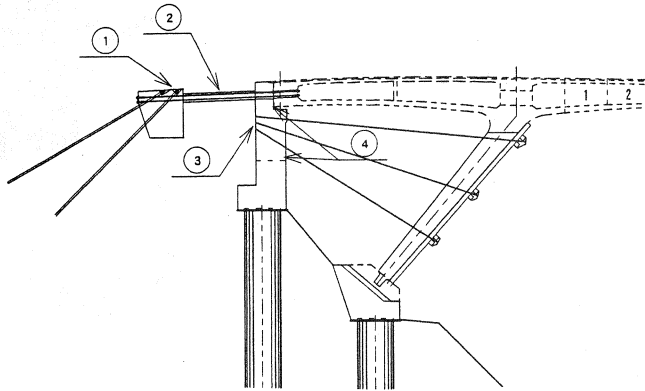


図-3 計測位置概要図

グラウンドアンカーは、本工事の斜材、側径間及び中央径間の張出し期間すべてにおける水平反力を分担させる重要な仮設構造物であり、張力の低下は重篤な結果につながる。グラウンドアンカーは設計水平反力に相当する緊張力を導入しているため、岩盤クリープやリラクゼーションによる荷重の低下のほか、水平力の増加に伴う荷重変動は微小と考えられた。斜材施工時及び側径間施工時の斜吊ケーブルは、橋台縦壁に貫通定着させている。また、橋台基礎構造には仮設時の水平力を設計荷重として考慮せず、橋台パラベットとアンカーブロックをストラットコンクリートとPCケーブル(側径間施工時まではSEEE F230 4本)で緊張する構造になっている。したが

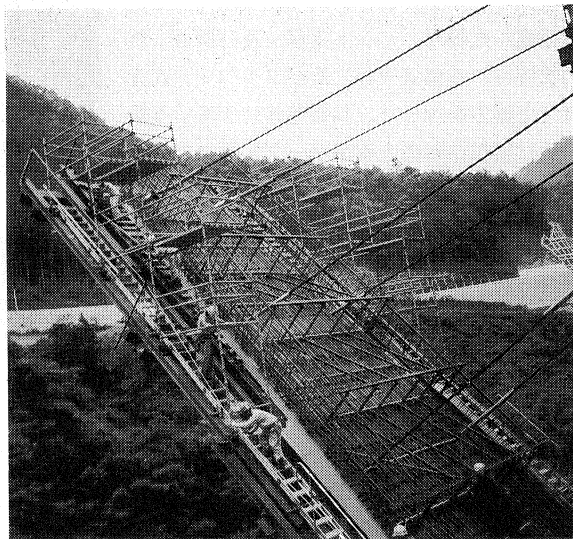


写真-4 斜吊りケーブル配置状況

って、ストラットケーブルの緊張時や、斜吊ケーブル張力増加に伴い橋台に多大な曲げ応力が生じると橋台の破壊に至る可能性がある。

斜吊ケーブルの設計張力は、斜材コンクリートの硬化過程による軸力の分担割合、多段吊ケーブルの荷重分担など不明確な要素が多く、事前の解析では複数モデルによる2次元骨組解析や3次元骨組解析を行ない、荷重分担の推定を行った。

施工中はこれら解析値や部材の許容応力から1次管理値および2次管理値を設定し、計測データを1箇所集中管理でき、コンクリート打設中等における任意時間の計測や、連続的な計測に対応できるように、計測データとパソコンを結んだ自動計測システムを導入した。各データは一覧や経時変化として出力され、データの異常値をすばやく把握し、対応ができる体制とした。

図-4にグラウンドアンカー緊張力の経時変化を示す。グラウンドアンカー緊張後側径間施工前まで約5ヶ月間は岩盤クリープなどによる緊張力の低下が3~5%程度認められた。その後側径間及び中央径間施工による水平力の増加に伴い、0~10%の張力増加が生じ、予定張力の10%増しの1次管理値を逸脱する傾向が見られ、2回の再定着を行い、緊張力の緩和を実施した。これらの傾向は上段のグラウンドアンカーにおいて顕著に現れ、下段ケーブルの張力増加は微少であった。

また、ストラットに設置した埋め込み型ひずみ計および鉄筋のひずみ計により、コンクリートの軸力の経時変化を算出し、過大な水平力の発生の有無を判定した。図-5にストラットの軸力の経時変化と施工段階毎の解析値の比較を示す。

ストラットケーブルに緊張力を与えることにより生じた圧縮力が、水平力の増大に伴い暫時減少しているが、橋台とアンカーブロックに拘束されたひずみから算出した応力であることと、クリープひずみなどにより、解析値より変動幅は小さく現れたものと考えられる。

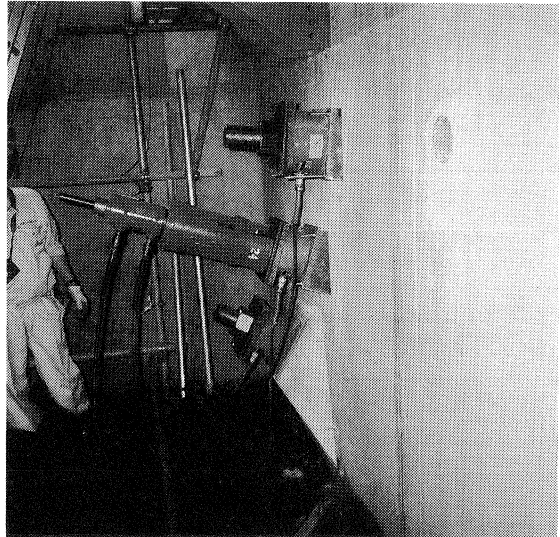


写真-5 ロードセル設置状況

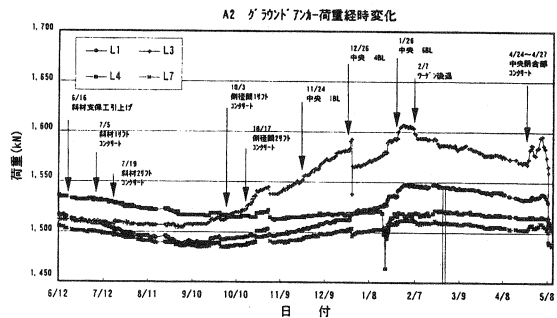


図-4 グラウンドアンカー張力経時変化 (A2)

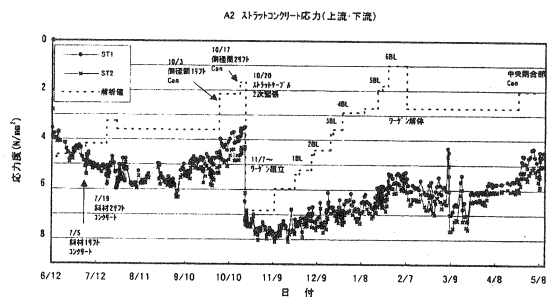


図-5 ストラットコンクリート応力経時変化 (A2)

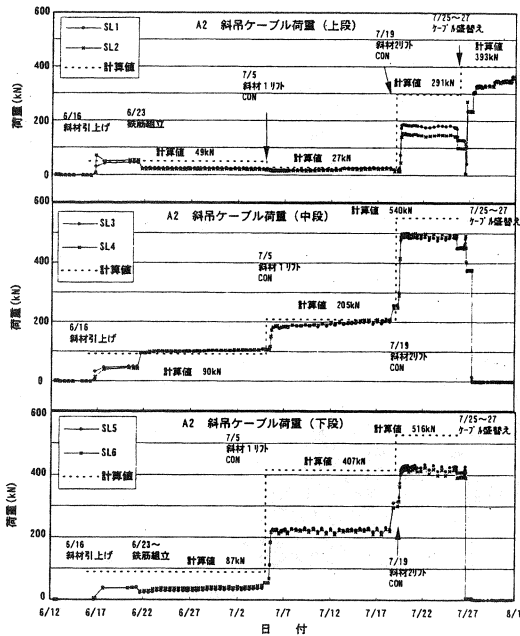


図-6 斜吊ケーブル張力経時変化 (A2)

7. まとめ

急峻な地形などの施工条件の厳しい場所における橋梁の計画が今後増えることが予想されるだけに、橋脚位置が限定される方杖付ラーメン橋の計画も増大するものと考えられる。この方杖付ラーメン橋では、特に斜材の施工の難易度が高く、十分な計画を必要とされる。当工事で採用した工法では、以下に示す利点を確認された。

- ① 斜材下方に支保工組立用架台を必要としたが、基礎としての根固めを必要とした程度で、地形改変を最小に押えることができた。
- ② 作業ヤードとしては、兩岸の橋台に設けられた栈橋構台を主体として行い、下方の供用中の道路を迂回や阻害することなく施工が可能となった。
- ③ 斜材の施工時は、斜めの状態で鉄筋や型枠組立作業が足場の確保など難しいが、水平の状態である程度の施工まで行えるため、比較的スムーズかつ安全に施工できた。

また一方では、斜材及び側径間施工時の斜吊りケーブルの張力管理や、上げ越し管理が煩雑で事前の解析も複雑であり、今後の課題と言える。

新小金沢橋は平成 13 年 7 月に完成し、深城ダムの完成後は林道橋としての機能だけでなく、ランドマークとして観光や地域住民にも親しみの持てる橋梁となることが期待されている。最後に、本工事の施工にあたり多大なるご指導、ご協力を頂いた関係各位に心から感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) 得能・小西：祖山橋の設計と施工，プレストレストコンクリート，Vol.32, No.1, pp.6～20, 1990.1
- 2) 熊耳・高橋：霧積川橋梁の設計・施工と景観，橋梁，Vol.29, No.11, pp.1～6, 1993.11
- 3) 大槻ほか：舞鶴一号橋（小原橋）の施工，プレストレストコンクリート，Vol.39, No.3, pp.45～53, 1997.3
- 4) 後藤ほか：うすゆき大橋の設計・施工，プレストレストコンクリート技術協会 第 9 回シンポジウム論文集，pp.665～668, 1999.10

斜材施工時における斜吊ケーブル張力の経時変化を図-6 に示す。3 段 6 本の斜吊ケーブル全体の張力は解析値の約 70% 程度の値となった。これは、コンクリートの斜吊方向分力が小さく、斜材軸方向分力が解析値より大きかった事を示すものである。また、3 段のうち中段ケーブルはほぼ解析値に近い値を示しているが、他のケーブルは解析値より小さな値を示している。これは、中段ケーブルを主体として上げ越し、張力調整を行ったためである。

ケーブル張力の相違はコンクリート打設後の躯体位置の相違につながるが、側径間完成までは支承部をピン構造としているので、コンクリート硬化後斜吊ケーブル緊張端で伸び調整と張力調整を行うことで修正した。