

恩納南B P 4号橋上部工（下り）工事の施工報告

株式会社 安部日鋼工業	正会員	○宮原 裕二
株式会社 安部日鋼工業		田中 幸夫
株式会社 安部日鋼工業		仲宗根 勇次
株式会社 安部日鋼工業		藤松 和久

キーワード：アンバランスモーメント，衝撃弾性波試験，2点法

1. はじめに

本稿は、沖縄県の本島中部に架橋した恩納南B P 4号橋上部工（下り）工事の施工報告である。沖縄県は言わずと知れた観光立県である。本県を訪れる観光客数も年々増加しており、平成27年度は約794万人の観光客が来県しており、前年度に対して10%増加している。本橋周辺にも大型観光ホテルが林立しており、シーズンともなると基幹道路である国道58号線は常に交通渋滞が発生している状況である。恩納南バイパスは観光シーズンや休日の交通渋滞の緩和および沿道環境の向上を目的に計画された道路である。本橋はその中の仲泊地区に施工した橋梁であり、既に開通している上り線をさらに車線拡幅するために施工された橋梁である。

本工事の施工区間は縦断勾配が5%あることや、上り線側との遊間が20mmしかなく且つ供用中であること、さらに主桁製作（現場打ち）時期が夏季となることから、主桁架設時の逸走防止や架設門構の転倒防止などの安全対策、および主桁コンクリートの品質を確保することが当初の課題となった。本稿は、主桁架設に対して行った安全対策と、非破壊試験による現場打ちコンクリートの品質の妥当性の確認方法について報告するものである。

2. 工事概要

本橋梁の諸元、橋梁断面図（図-1）および側面図（図-2）を示す。

- (1) 事業主体：沖縄総合事務局 北部国道事務所
- (2) 工 期：平成26年8月12日～平成28年3月31日
- (3) 構造形式：4径間連結PCコンボ桁橋
- (4) 橋 長：L=145.00m
- (5) 径 間 長：L=36.00+2@36.50m+36.00m
- (6) 架設工法：主桁；架設桁架設，PC板；クローラークレーン架設
- (7) 架設数量：主桁 N=16本（w≒110t/本）

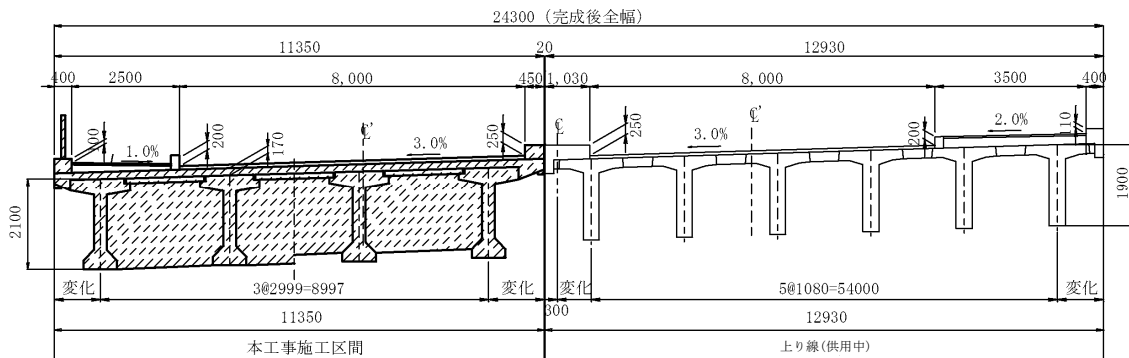


図-1 断面図

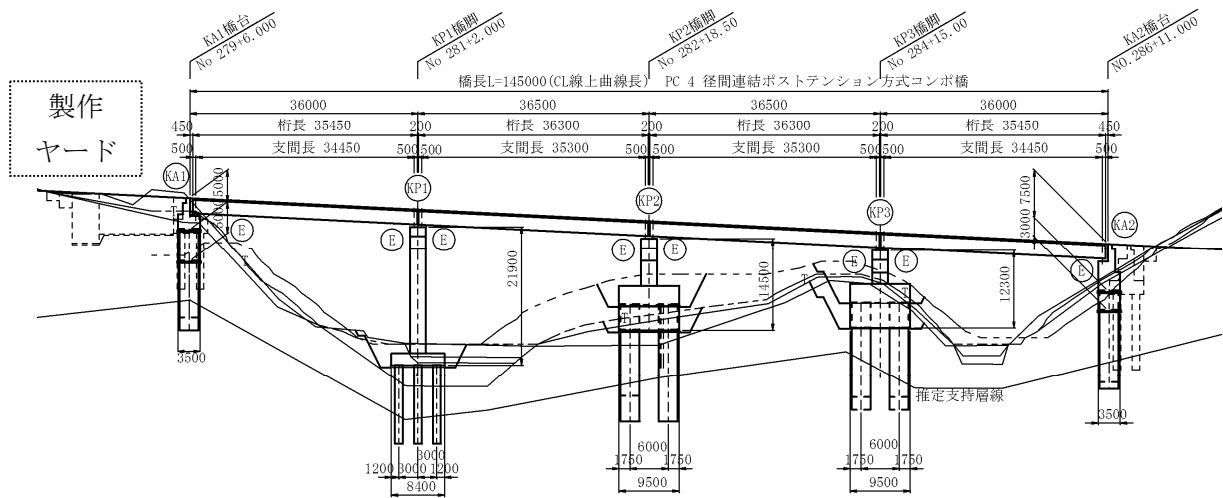


図-2 側面図

3. 架設時の安全対策

3.1 架設における安全上の課題

本橋における主桁製作ヤードはA1橋台背面に設けられたため、主桁の架設方向はA1からA2橋台の下り勾配で行った。本橋の縦断勾配は5%であることから主桁引出し時の逸走が懸念された。また、図-3のように上り線側との距離が近いことから、架設門構の主梁を片側に詰めて設置する必要があること、また同様の理由で上り線側の架設門構の脚を揺脚にしなければ設置できないことから、架設門構送り出し時に発生するアンバランスモーメントMに対する転倒防止対策が必要となった。

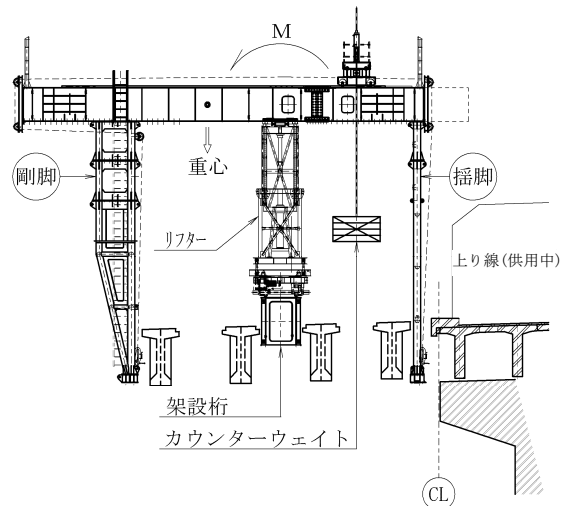


図-3 架設門構送り出し図

表-1に、今回行った各施工条件に対する主な安全対策を示す。

表-1 架設時の主な安全対策

施工条件	安全対策
縦断勾配5%に対する主桁の逸走防止対策	<ul style="list-style-type: none"> ・インバータ付き自走台車を前後2台使用した (通常1台) ・レールにすべり止め用塗装材を塗布 ・おしみ用ワイヤーロープの設置
架設門構送り出し時の転倒防止対策	<ul style="list-style-type: none"> ・当社機材センターにおいて、事前にアンバランスモーメントに対する試験施工を行い、バランスをとるためのカウンターウェイト重量の算出と載荷点を求めた。

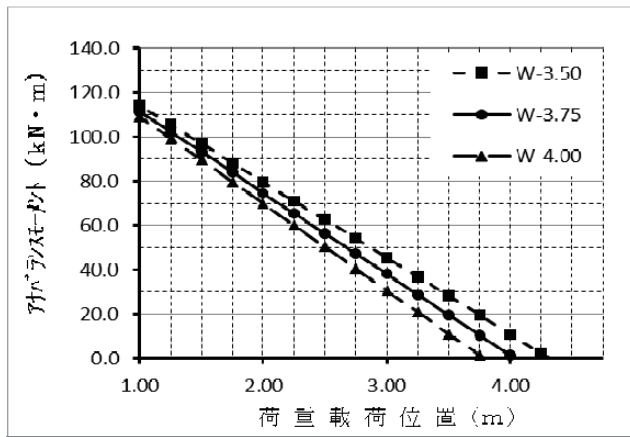


図-4 アンバランスモーメントグラフ

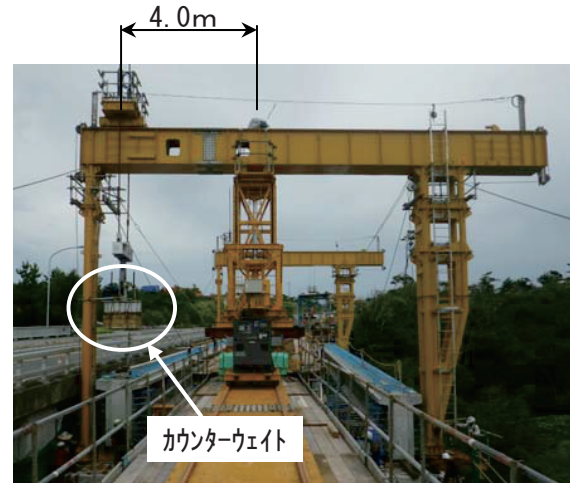


写真-1 門構送り出し状況

3.2 アンバランスモーメントの試験施工

図-4は载荷するカウンターウェイト重量別のアンバランスモーメントグラフである。横軸がウェイトの载荷位置を、縦軸がアンバランスモーメントM (kN・m) を表している。アンバランスモーメントが0になったときが安定している状態を示す。これを基に現場に機材を搬出する前に試験施工を行い、計算値と相違がないことを確認してから機材を出荷した。写真-1は現場における架設門構の送り出し状況の写真である。試験施工によって確認したカウンターウェイト3.8tを約4.0mの位置にセットしている。事前検討を行った結果、実作業においてもスムーズに且つ安全に架設門構の送り出しを完了した。

4. 主桁コンクリートの品質確認

本橋の主桁は夏季における現場製作であることから、養生時における水和不足が懸念された。このことから、衝撃弾性波法によるコンクリート硬化後の圧縮強度の推定を行った。

(1) 圧縮強度推定式

圧縮強度の推定は、試験練りの段階で採取した試験体の圧縮強度と弾性波速度の測定を行い、そのデータに基づいて圧縮強度の推定式¹⁾を導いた。図-5に試験練り時に採取した弾性波速度と圧縮強度の関係グラフを示す。

$$f_c = a \cdot \rho \cdot c \cdot V^2 + b$$

ここに； f_c ：推定強度 (N/mm²)， V ：衝撃弾性波速度 (m/s)

ρ ：単位体積質量 (g/cm³)， a, b ：係数

c ：ポアソン比に関する係数

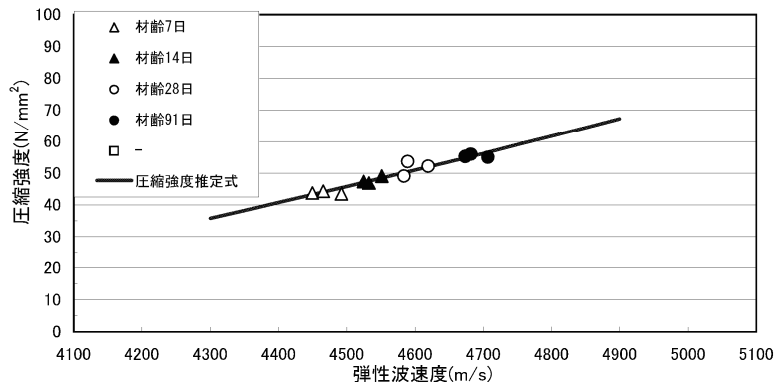


図-5 弾性波速度と圧縮強度の関係

(2) 2点法

2点法とは、コンクリート中に発生した弾性波の速度を測定する方法である。30cmの間隔で取り付けられた2点の加速度センサーによりコンクリート表面を伝播する疎密波（縦波）の速度を測定する。この弾性波速度とコンクリート強度（圧縮）は相関性があると言われていることから、弾性波速度を測定することにより、コンクリート強度の推定が可能となる。

(3) 測定箇所

圧縮強度の推定は図-6のように、1主桁3ヶ所（表裏に千鳥配置）×16本=48ヶ所で行った。また、写真-2に使用機材を示す。

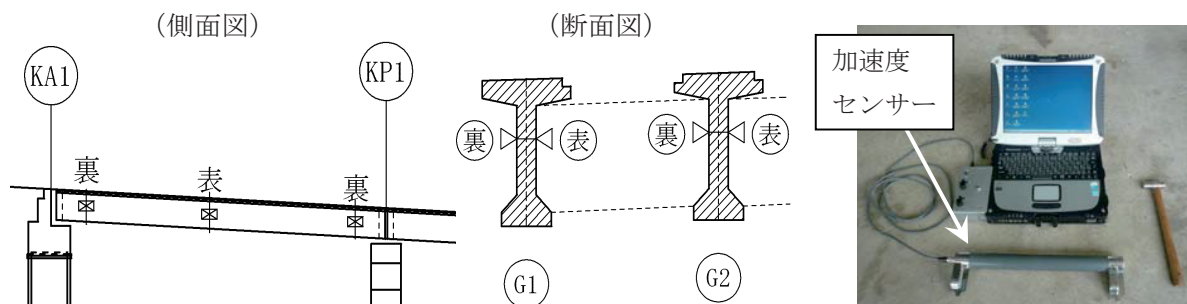


図-6 圧縮強度推定位置図

写真-2 使用機材

(4) 測定結果

図-7は、弾性波試験により推定した圧縮強度（4径間の平均値）と、圧縮試験（σ28）の試験結果を主桁別に比較したものである。横軸が主桁番号を、縦軸が圧縮強度を示す。概ね、圧縮試験結果の方が強度が高めに出る傾向であるが、これは標準養生と現地養生の違いによるものと思われるが、今回の測定結果を見ると4.1%~1.2%の誤差しか無いことから、非常に信頼性の高い結果が得られたものとする。これは、実際打設したコンクリートと同じ試験体から、強度推定式を算出したことが大きな要因と思われる。以上のことから、主桁コンクリートが所定の品質を確保していることを確認できたとする。

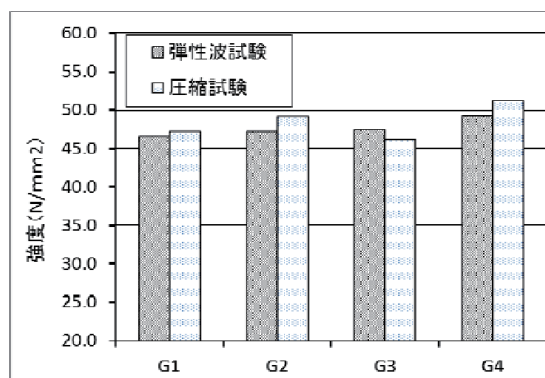


図-7 圧縮強度の比較図

5. まとめ

今回、上り線側を一般車両が通行していることから、第3者災害を起こさないように入念に計画を立てた結果、無事施工を完了することができた。安全が、工程または品質に大きく影響することを考えると、事前の計画立案が非常に重要であることを再確認した。衝撃弾性波試験について、今回試験練りの段階で強度推定式を算出できたことが、信頼性の高い結果が得られた要因と考える。今後発注される工事において、強度推定式を残しておけばその後のメンテナンスにおいて非常に有益であるとする。最後に本工事の施工にあたり、貴重なご指導ご協力を頂いた関係各位に、謹んで感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 土木研究所：衝撃弾性波試験(仮称)による表面2点法による新設の構造体コンクリート強度測定要領(案), 平成22年修正