

黎明みなと大橋の後ラーメン工法における施工報告

(株)安部日鋼工業	正会員	○宮原 裕二
(株)安部日鋼工業		前山 修広
若築建設(株)		鈴木 亮
国土交通省 九州地方整備局		早田 秀人

1. はじめに

黎明みなと大橋は、錦江湾沿いの南北20kmの範囲に点在する鹿児島港6工区をつなぐ臨港道路の一部として計画された橋梁である。本橋は、地理的条件から固定支間長に対して橋脚高さがかなり低いラーメン構造となっているため、上部工の水平変位により両端橋脚に断面力が蓄積しやすい。そこで、両端橋脚に後ラーメン工法を採用し、不静定断面力の蓄積を低減した。本稿では、後ラーメン工法の施工方法と、待機期間中における上部工変位の計測結果を報告する。

2. 工事概要

- (1) 事業主体：九州地方整備局 鹿児島港湾・空港整備事務所
 - (2) 施工場所：自) 鹿児島市宇宿2丁目 ～ 至) 同市 東開町
 - (3) 工 期：平成23年7月～平成26年3月
 - (4) 構造形式：PC6径間連続ラーメン箱桁橋 (P2～A2径間)
 - (5) 橋 長：L=430m (当該橋梁区間)
 - (6) 径 間 長：50.0m+4@80.0m+60.0m
 - (7) 架設工法：張出し架設工法+吊り支保工 (中央閉合・側径間) +固定支保工 (側径間)
- 下に構造寸法図 (図-1) および完成写真 (写真-1) を示す。

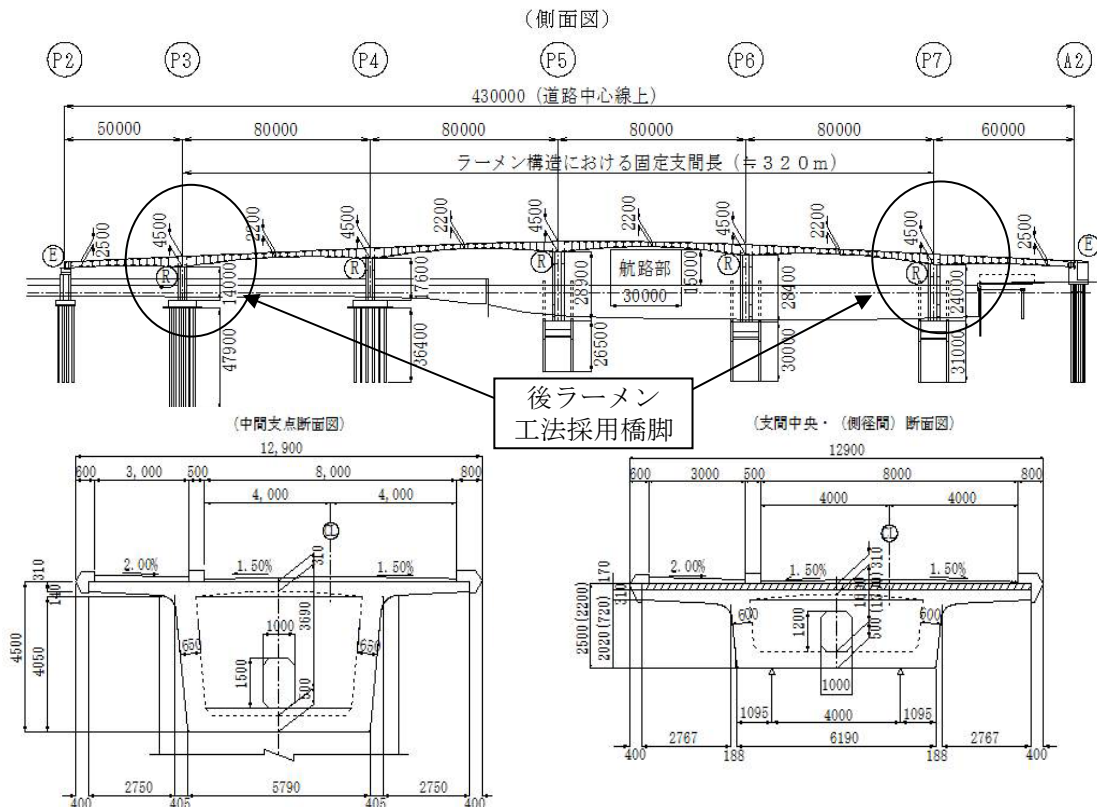


図-1 構造寸法図

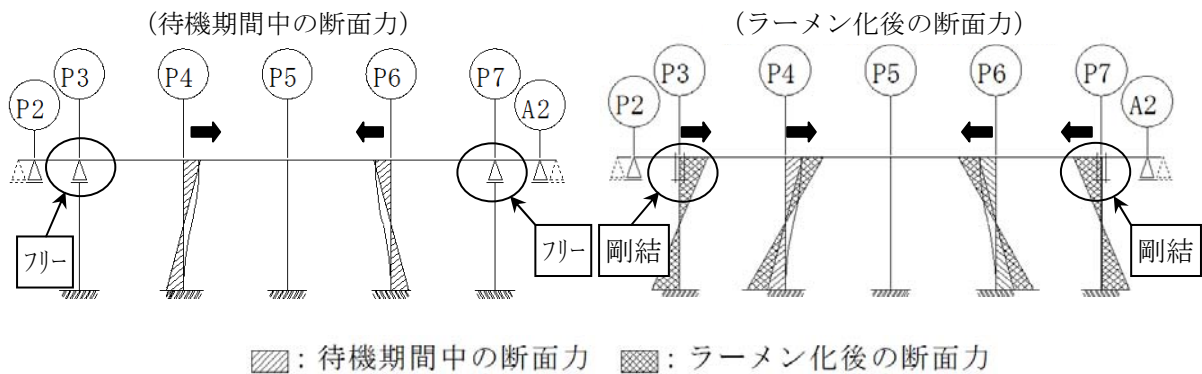


写真－1 完成写真

3. 後ラーメン工法について

3. 1 後ラーメン工法の効果

本橋において、P3・P7橋脚に後ラーメン工法を採用しているが、図－2に後ラーメン工法を採用した場合の不静定変位により発生する下部工の曲げモーメントの考え方を示す。



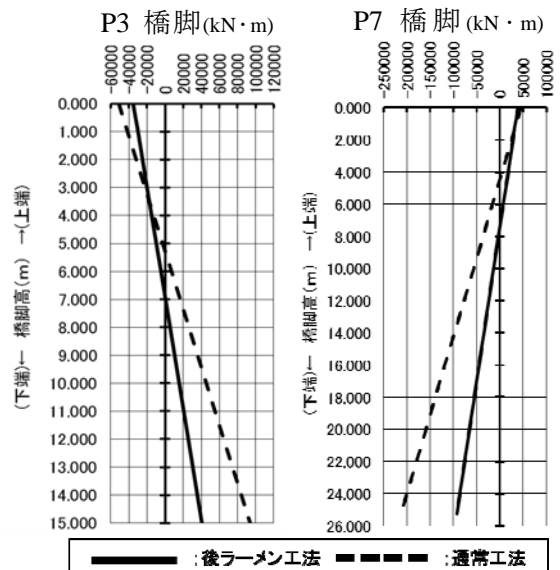
図－2 不静定変位における曲げモーメント図

後ラーメン工法は、上部工本体が一体化したのち待機期間を設けて、その間の不静定変位を解消する工法である。本橋では150日間の待機期間を設けた。図－2左側の曲げモーメント図は上部工の一体化が完了後の待機期間のモーメント断面力図である。この間に連続ケーブルの緊張および、クリープ・乾燥収縮による上部工の水平変位により曲げモーメントが発生するが、P3・P7橋脚ではそれらに起因する断面力は発生しない。これは、待機期間中の両橋脚上にすべり杓を設置して水平方向フリーにしているからである。よって、待機期間終了後、両橋脚をラーメン化（剛結）して6径間連続ラーメン構造となることで、残りの不静定断面力が蓄積していくが、通常施工の断面力と比べ小さくなる。

表－1は後ラーメン工法を採用した場合のP3・P7橋脚における曲げモーメントの減少率を表す。また、図－3はその曲げモーメントをグラフ化したものである。本工法を採用することで、通常の工法で施工した場合の57%断面力を低減することが可能となった。

表－1 P3・P7橋脚の曲げモーメント減少率

橋脚 No	通常工法 (kN・m)	後ラーメン工法 (kN・m)	減少率 (%)
P3	93812	40521	57
P7	-212532	-92099	57



図－3 P3・P7橋脚の曲げモーメントグラフ

3. 2 後ラーメン工法の施工順序

図-4に上部工の概略工程表を示す。上部工一体化後の平成25年5月17日から同年10月15日の150日間を待機期間とした。

柱頭部施工完了後、すべり沓の水平方向移動を固定化する。これは、張り出し架設期間中の安全性を確保するためである。その後中央閉合の連続ケーブル緊張前に水平方向の開放を行った。

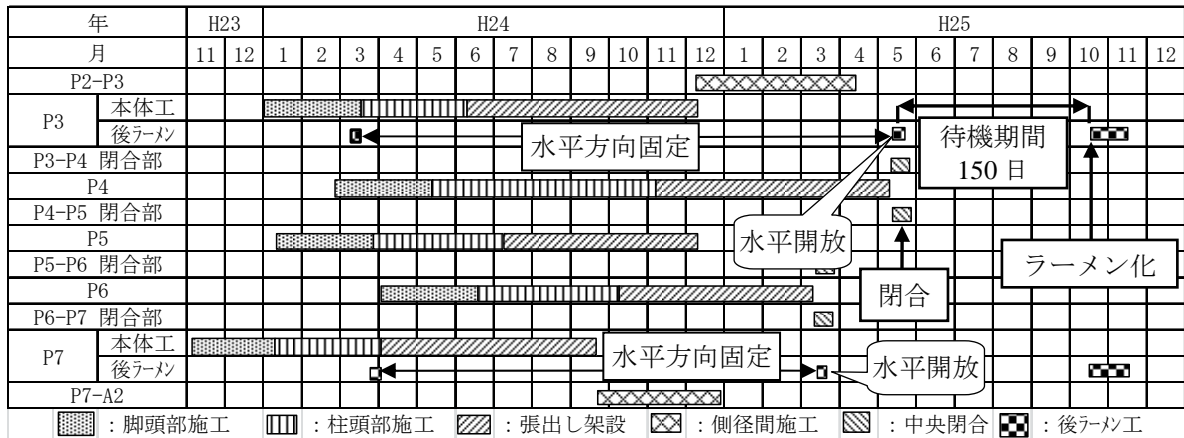


図-4 上部工概略工程表

3. 3 後ラーメン部の構造図

図-5および表-2に、後ラーメン部の構造図と各部材の名称を示す。上下部工の境界には待機期間の水平変位を吸収するすべり沓を設けた。これは上下2枚の鉄板にそれぞれステンレス板（上沓）とテフロン板（下沓）を貼り付けたものを設置した。すべり沓を写真-2に示す。

(側面図)

(断面図)

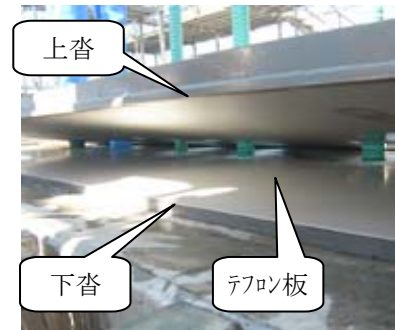
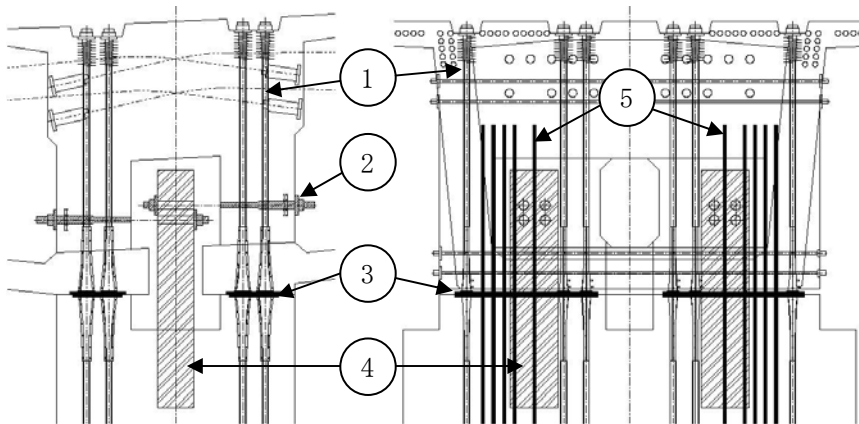


図-5 後ラーメン部構造図

写真-2 すべり沓設置状況

表-2 後ラーメン部の部材名称と役割

①	鉛直PC鋼材	張出し架設期間中の仮固定および、完成後の剛結鋼材
②	水平PC鋼材	架設期間中の水平方向ストッパー
③	すべり沓	待機期間中の水平支承材
④	鋼角 ストッパー	架設期間中の水平方向ストッパーおよび、完成後断面力（せん断力）の伝達鋼材
⑤	引張鉄筋	地震力（設計荷重時）に対する引張鋼材

4. 計測結果

4. 1 計測方法

水平変位の測定はトータルステーションによって行った。計測間隔は、1時間に1回、1日24回の計測を行い、データを現場事務所に送信してモニターにて管理を行った。計測用のターゲットはP3・P7橋脚の上・下部工に1つずつ設置し(図-6)、それぞれの水平変位から上・下部工の相対変位を算出し管理した。構造計算に基づく相対変位の計算値はP3橋脚で38mm、P7橋脚で40mmとなったが、待機期間中に相対変位が進行しすぎた場合を考慮し、両橋脚ともに、相対変位が60mmまで進行した場合を想定し照査を行っている。

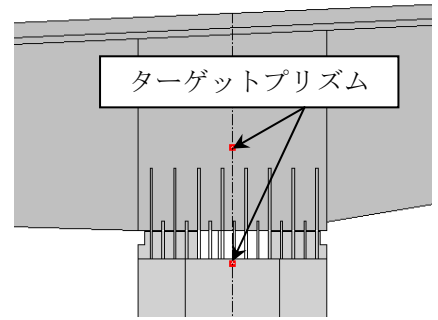


図-6 ターゲット位置図

図-7 に構造計算による相対変位の予測グラフを示す。

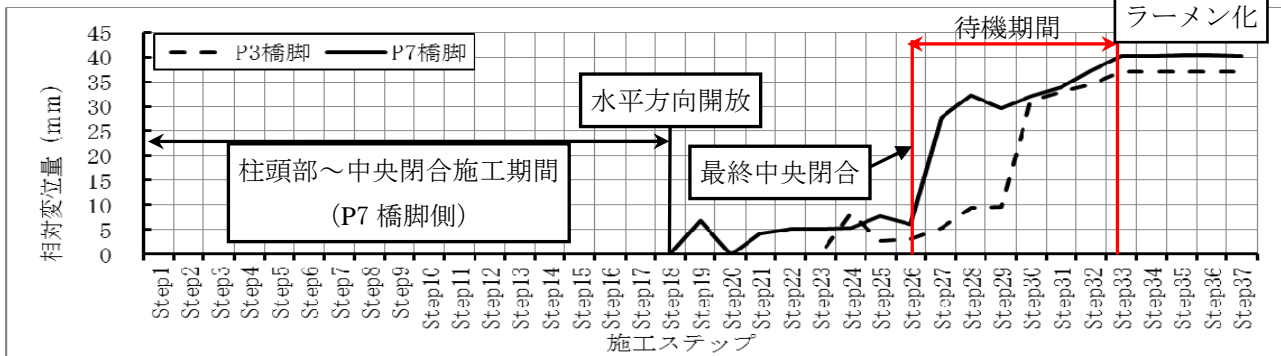


図-7 P3・P7 橋脚 構造計算による相対変位グラフ (mm)

4. 2 計測結果

P3・P7橋脚の相対変位の計測結果を図-8に示す。待機期間終了時の相対変位は、両橋脚共に計算値に比べ12mmほど進行した状態であった。計算値に対してどちらも30%ほどの誤差であることから、

構造計算における設計条件の設定は妥当であったか今後確認が必要と考える。また、誤差が生じた理由として、待機期間中におけるコンクリートの平均温度が約30℃と高かったことが影響したのではないかと考えられる。一般的に温度が高いとクリープが進行しやすいといわれるが、これを検証した論文等はまだない。また、待機期間中の日照時間を過去5年間と比較したところ、平均値を200時間以上超えていたことから、乾燥収縮がより進むことで変位が進行したとも考えられる。

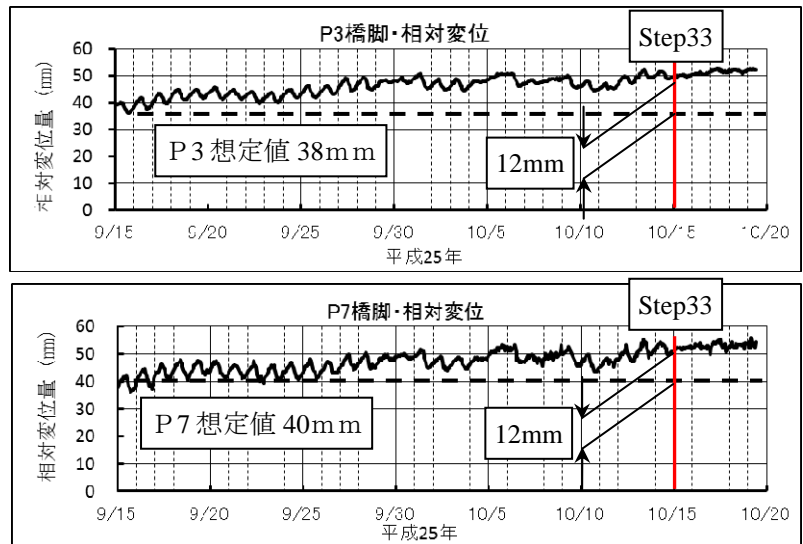


図-8 P3・P7 橋脚における相対変位の計測結果

5. おわりに

PC橋のクリープ・乾燥収縮による不静定変位は、物理定数や環境条件等の違いにより計算値との合致は困難である。今後同様の工法が多数採用され、計測データが増えていけば計算値との整合性も向上すると考えられる。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お礼申し上げます。