

(34) PC橋の上げ越し管理について

鉄建建設㈱ ○藤ノ木 勉
同 上 佐藤 茂美

1. はじめに

近年、建設される橋梁は長大化、高橋脚化の傾向にあるが、景観面や経済性より主桁、橋脚ともにスレンダーな形状になりつつある。このような橋梁を張り出し架設工法で施工すると、荷重に対する変位応答が大きくなり、一般の中規模橋梁ではあまり問題とはならない各種設計計算上の仮定値(材料物性値、基礎条件)と実際の値との誤差が累積され、上げ越し管理上の大きな問題となってくる。

本報告は長大スパン、高橋脚であり、かつ左右の張り出し長が異なる土佐吉野川橋梁の上げ越し管理データをもとにして施工中の変位特性を分析し、その結果をまとめたものである。

2. 土佐吉野川橋梁概要

(1) 橋梁概要

土佐吉野川橋梁は、四国横断自動車道の高知県長岡郡大豊町に建設された全長290mのPC3径間連続ラーメン橋である(図-1)。各支間長は85.0+120.0+85.0m、橋脚高は約50mである。施工はワーゲンによる張り出し架設であり、張り出し架設区間長は中央径間側が58.5m、側径間側が65.4mである。張り出し架設時には常に側径間側にアンバランスな状態となり、柱頭部でのアンバランスモーメントは最大で9470tmである。側径間連結部は接地式支保工による施工、中央連結部はワーゲンをを用いた吊り支保工施工である。

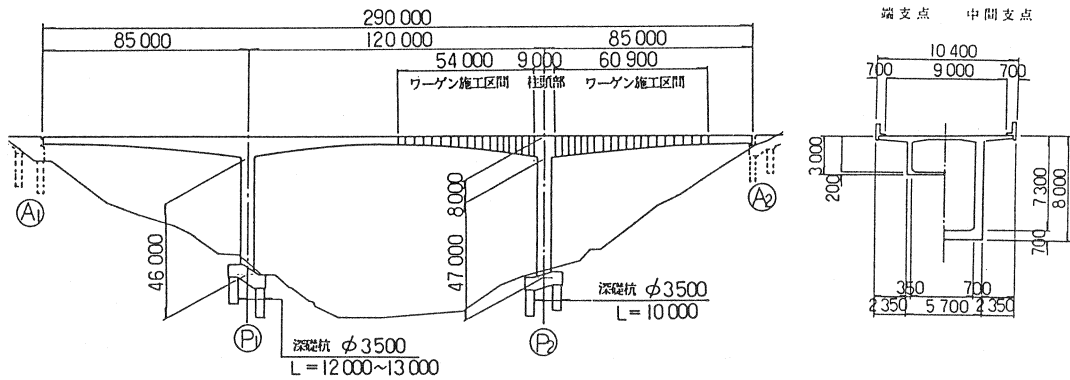


図-1 土佐吉野川橋梁一般図

(2) 張り出し施工中の変位特性

上げ越し計算は橋脚下端を固定端として行った。また、施工が長期にわたるため、施工中のクリープ・乾燥収縮の影響を考慮した。図-2に各施工ブロック先端部の変位の計算値を示す。側径間連結から中央連結が完了するまでに約2カ月が経過するため、中央径間側の張り出し先端部では約35mm程度の塑性変位を生じる。図-3に側径間側21ブロックに着目した時の変位経過を示すが、アンバランス状態では変位量の半分以上が橋脚の回転に起因する変位量である。

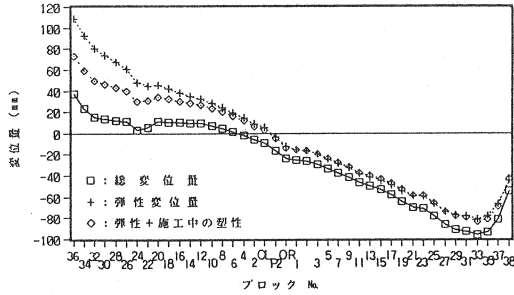


図-2 各ブロック端での変位量

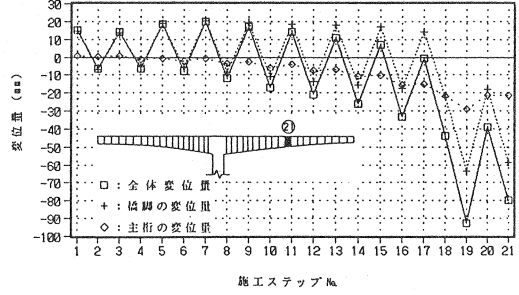


図-3 21ブロックでの変位量内訳

3. 施工中のデータ分析

P₂系の張り出し施工中のデータをもとに分析を行った。

(1) 変位誤差の傾向

コンクリート打設時の表面仕上がり誤差の影響を除去するために、着目ブロック施工直後での誤差を0として以降の変位量に着目した。対象とした施工ステップは変位差が顕著となる張り出し中期～後期を選び表-1に示す。また、着目ブロックの実測値と設計値の変位誤差量を図-4、5に示す。

表-1 分析対象の施工ステップ

STEP No.	コンクリート	プレストレス	ワーゲン	STEP No.	コンクリート	プレストレス	ワーゲン
1	12BL	12BL	12BL	14	23BL	22BL	22BL
2	13BL	13BL	13BL	15	23BL	23BL	23BL
3	14BL	13BL	13BL	16	24BL	23BL	23BL
4	15BL	14BL	14BL	17	25BL	24BL	24BL
5	18BL	17BL	17BL	18	26BL	25BL	25BL
6	18BL	18BL	17BL	19	28BL	28BL	28BL
7	18BL	18BL	18BL	20	28BL	28BL	28BL
8	19BL	18BL	18BL	21	31BL	30BL	30BL
9	19BL	19BL	19BL	22	32BL	32BL	32BL
10	20BL	19BL	19BL	23	35BL	34BL	34BL
11	21BL	21BL	21BL	24	36BL	35BL	35BL
12	22BL	21BL	21BL	25	37BL	36BL	35BL
13	22BL	22BL	22BL	26	37BL	37BL	37BL

この結果より、張り出し中期まではほぼ一定の誤差範囲内に収まっているが、後期の側径間側は急激な下降傾向、また中央径間側は若干の上昇傾向となっている。

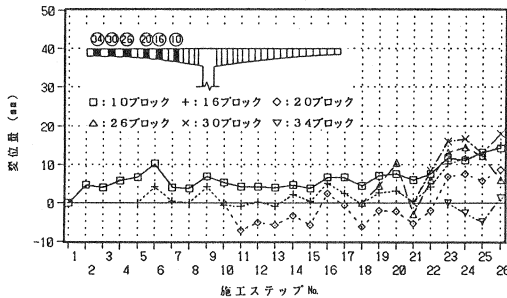


図-4 ステップごとの実測-設計の変位誤差

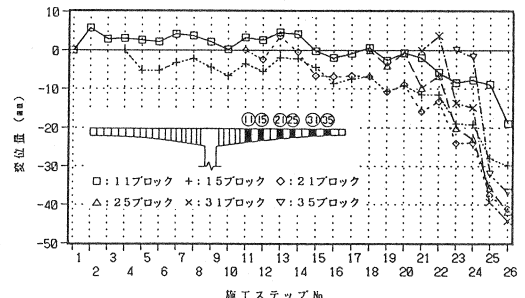


図-5 ステップごとの実測-設計の変位誤差

(2) 橋脚の回転誤差による影響

主桁の変位量は橋脚の回転に起因する変位量と主桁自体のたわみに起因する変位量より構成される。同様に、主桁変位量誤差は橋脚の回転による変位誤差と主桁たわみの変位誤差に分けることができる。

ここでは橋脚の回転変位誤差に着目し、柱頭部近傍の測定結果をもとにして橋脚回転角を求め、実測値と設計値とを比較した。前項と同様に、着目ブロック施工直後の誤差を0として以降の変位誤差量を図-6、7に示す。これより、張り出し後半の誤差が大きくなっており、橋脚が設計値より側径間側に回転していることがわかる。

この原因として、上げ越し計算で基礎バネを評価していないこと、基礎部の塑性的な挙動、および橋脚自身の変形誤差が考えられる。よって、基礎バネを考慮した解析を行い、11ブロックでの回転誤差によ

る変化量と比較を行った。これを図-8に示すが、基礎バネの影響は非常に小さい。また、設計計算上、橋脚に作用する引張応力度は数kg/cm²程度であるのでクラック発生による剛性低下のおそれは少なく、橋脚自身の変形誤差は小さいと思われる。図-9には各施工ステップでの曲げモーメントの推移を示す。これより、回転誤差による変化量は曲げモーメントがある値以上で急激に増加し、除荷しても戻らない不可逆的な変形となっていることがわかる。

この結果より、橋脚の回転誤差はおもに基礎部分の塑性的な挙動に起因すると考えられる。

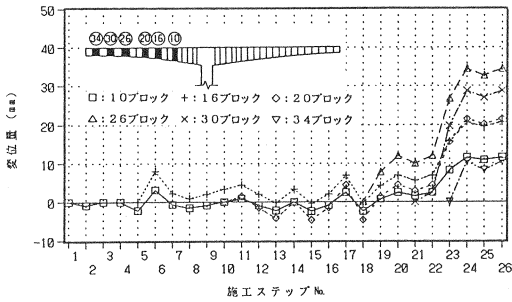


図-6 ステップごとの橋脚回転による変位誤差

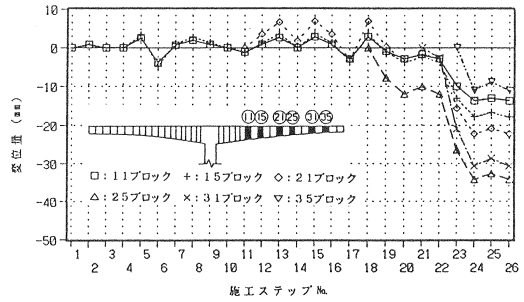


図-7 ステップごとの橋脚回転による変位誤差

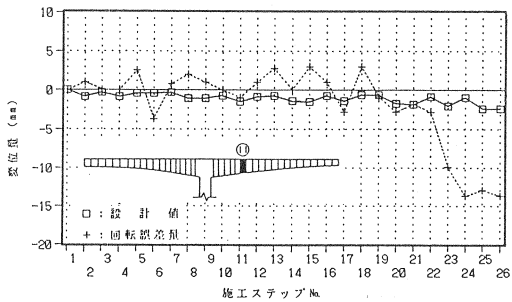


図-8 基礎バネを考慮した変位差 (11ブロック)

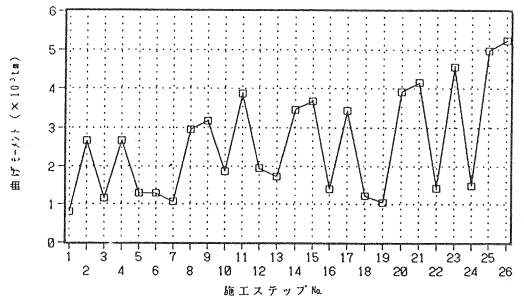


図-9 ステップごとの作用曲げモーメント

(3) 主桁自体の変位誤差による影響

主桁の変位誤差から橋脚回転に起因する誤差を差し引くことにより、主桁自体の変位誤差を分離できる。図-10、11に施工ステップごとの主桁変位量の推移を示す。張り出し施工中期までは実測値と設計値とに大差はないが、張り出し最終時に近づくにつれて誤差が大きくなる。図-12には誤差傾向が顕著となる直前の22ステップを基準とした26ステップまでの全体の誤差量を示す。両側の張り出し先端部では20mm程度の下側への誤差が生じている。

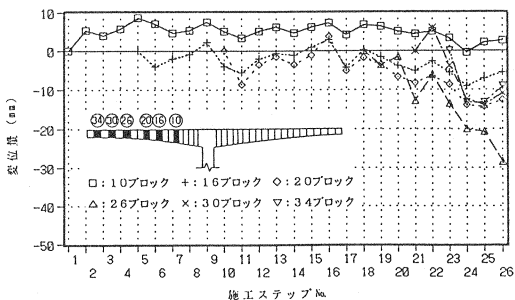


図-10 ステップごとの主桁自体の変位誤差

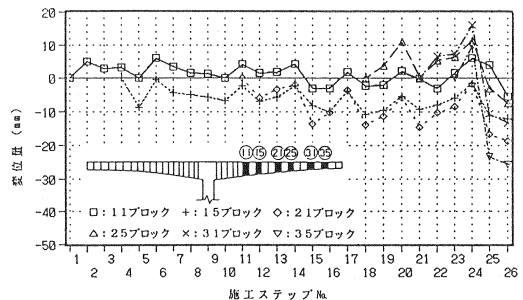


図-11 ステップごとの主桁自体の変位誤差

この原因として、次のことが考えられる。

- ① 今回の測量は早朝に行われたが、この期間中は晴天が続き、実際には上下床版の温度差による影響が含まれていると思われる。
(張り出し先端部で1°Cにつき3mm程度)
- ② 図-13に示すように変位誤差が増加しているステップでは、計算上主桁上縁に比較的大きな引張応力度が発生している。

しかしながら、明確な原因究明までには至らなかった。

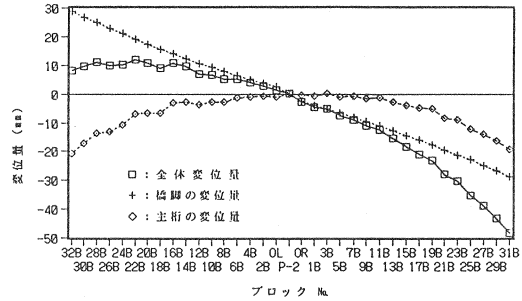


図-12 22ステップ~26ステップまでの変位誤差量

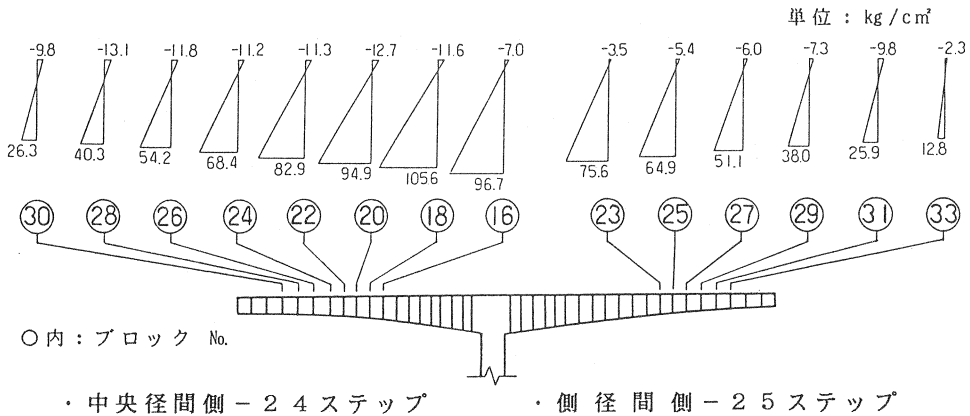


図-13 変位誤差が大きいステップでの主桁応力度分布(計算値)

4. まとめ

本橋のような長大スパン、高橋脚の橋梁の場合は、まず第一に基礎部分を含めた橋梁下部構造の挙動が施工精度管理上重要であり、次いで主桁のたわみが問題となる。精度向上のためには設計・施工計画を含めて、以下の点を考慮する必要であると考えられる。

- ① 基礎部分の塑性的な挙動を極力除去するために、張り出し施工時には構造上バランスのとれるブロック分割とするか、カウンターウェイトなどの配置を設計段階で考慮する。
- ② 主桁引張応力度による桁剛性低下のおそれを少なくするため、張り出し施工中には極力引張応力度を小さくする。
- ③ 張り出し施工中は十分な管理を行い、変位の傾向を見極める。また、アンバランスモーメントが大きい張り出し施工の場合は、上げ越しの修正方法について、あらかじめ対策を検討しておく。

本橋の側径間連結時の誤差は最大で50mm程度となった。しかし、この誤差量は張り出し施工中に予想できたため、角折れを伴う張り出し途中段階での修正は行わずに側径間連結時に修正を行った。修正方法は設計上の安全性を確認した上で、側径間側は支保工を利用してジャッキアップし、中央径間側はワーゲンをカウンターウェイトとして載荷位置によって調整した。この結果、橋面の高さを±25mmの管理基準内に収めることができたことを付記する。