

○ 首都高速道路公団 正会員 小笠原 政文
 首都高速道路公団 正会員 波 羅 芳武
 (株)オリエンタルコンサルタンツ 正会員 廣 谷 彰彦

§ 1. 横浜港横断橋下部構造PCバジ

横浜港横断橋¹⁾の下部構造は、現在主塔2基、端部2基のPCバジが架橋地点である海上の仮支持杭上に設置され、これらを足場として多柱式基礎の柱となるケーソン沈設工事が順調に進捗している。PCバジは厚さ80cmの外壁と底版ならびに隔壁で構成されたプレストレストコンクリート製の薄肉函体構造（頂部開口）であり、ケーソン工事の足場および多柱式基礎完成時のフーチング外殻としての役割を負う。

PCバジは建設に際し、1次施工（陸上のドライドック内）、2次施工（海上）のそれぞれにおいてリフト打設、プレストressing等が実施され、完成に至るまでに大きな構造系変化ならびに荷重系変化を受けている。このような構造物の施工例が少なく、設計精度の実証ならびに施工の安全確認を目的として、計測管理を実施した。²⁾ここでは計測管理の概要を紹介するとともに、特に1次施工プレストressingに着目し、設計と計測結果の対応を報告する。

§ 2. 計測管理

計測の対象は主塔（ P_2 ）と端部（ P_4 ）のPCバジとし、各々の橋軸ならびに直角方向の外壁、隔壁と底版を含む全体構造の半分をカバーするように計器を埋設配置した。埋設計器は、①コンクリートの層打ちによる累積応力分布、②プレストレスによる応力分布、③ケーソン圧入時の応力分布等の計測を主眼として、コンクリートひずみ計、鉄筋計、有効応力計等合わせて約270個より成る。これらの他にPCバジと中詰コンクリートの一体性を確認するための継目計の設置が計画されている。

§ 3. 計測結果の概説

PCバジの構造変化や荷重変化に応じて、頻度を1日1回から連続計測の範囲で計測を実施した。計測結果は随時整理し、解析を行った。ケーソン工事前までの整理結果によれば、荷重変化の小さな範囲において、一部に解析不能な値が計測されているが、主旨において計測値は設計値の傾向と大きさに類似しており、工事の安全性が確認されたと考えられる。

§ 4. 1次施工プレストressing

PCバジのように複雑な形状をした薄肉函体構造にプレストレスを導入した例が少なく、その応力分布を求める設計解析は特に工夫を要した。以下にその内容を説明するとともに計測結果との対応を報告する。

4-1. 設計解析

PCバジの設計に際しては、格子構造解析と立体FEM解析を採用し、荷重状態に応じて適宜に方法を選択した。プレストレスによる応力分布と2次応力による影響の解析には、バジの構造の複雑さを考慮し、立体FEM解析を採用して計算精度の確保に努めた。図-1に P_2 のPCバジ立体解析モデルを例示する。解析モデルは、バジの構造と荷重が対称であるため全体の1/4について、板要素と梁要素とで構成され、実構造に対応した形状定数と材料定数が与えられた。

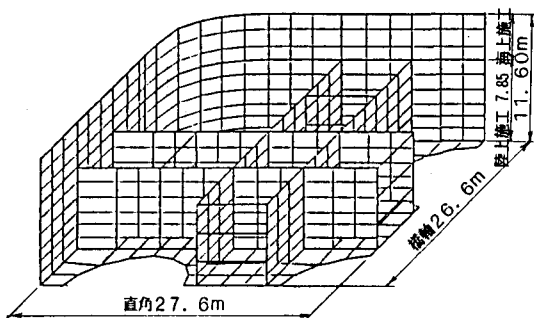


図-1 立体FEMモデル（ P_2 用バジ）

プレストレス力はPC鋼材の配置計画に基づき、PC鋼材に沿った緊張力を別途に求めたうえで、該当する要素に所定の圧縮力が与えられるように各節点の集中力を算定しデータとして入力した。

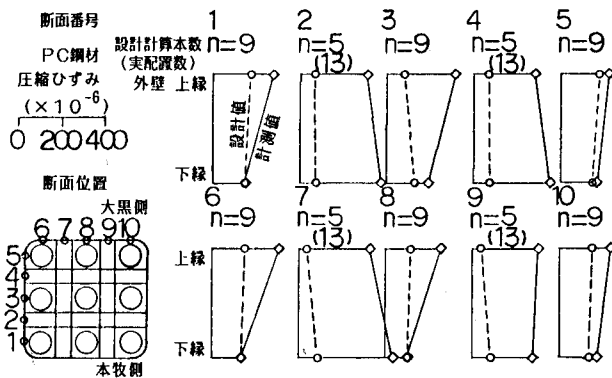


図-2 プレストレス力分布

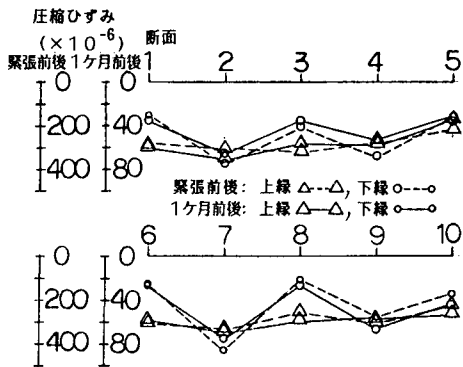


図-3 1ヶ月分の応力変化とプレストレス力分布

4-2. 計測結果

1次施工プレストレスングにおいて、 P_2 PCバージの外壁を例に計測結果を報告する。図-2はPC工事前後のひずみ変化分（プレストレスング単ケース分）を示し、図-3はさらに工事1ヶ月経過後のひずみ変化分（クリープ分と考えられる）を示している。図-2において、a. 計測された圧縮ひずみと設計値の比較から、必要なプレストレス導入が確認された、b. 一部に上下縁共に計測値が設計値を大きく上回っている箇所がある、等が明らかである。上記のうち、bについては検討の結果、PC鋼材のうち、定着部に近い部分は有効に緊張力を発揮しないと設計上は無視しているが、実際は相当程度の応力が伝達されたためと考えられる。

図-3中で、緊張前後分は、緊張後1ヶ月分の値の0.2倍のスケールでプロットされているが、両者はよい一致を示している。つまり、1ヶ月分のクリープ係数は約0.2であったものと考えられ、道示による計算値(0.3~0.4)より小さい結果となった。

図-4は図-2の詳細であり、断面3の打設各リフト上下縁の圧縮ひずみを示す。図中の計算値は、計測値の傾向を再現すべく種々の試算を実施した結果であり、外壁下端が底版、隔壁等に強く拘束されていることが判明した。6ブロックは早期な材令でPC工事が実施されたが、天端の圧縮ひずみは他の部分の傾向より大きく、クリープによるものと考えられる。

§5. 今後の対応

これまでの計測結果より、次に示す項目が明らかとなった。

- プレストレスングのように荷重体系が明確であり、かつ応力変化が大きな場合は、計測値がかなり正確にPCバージの挙動を示したと考えられ、またその追跡も数値的に十分可能であった。
- プレストレスングの計測値によれば、設計上有効と考えられない定着部付近にもかなりの応力分布が観られ、今回はPCバージの耐力上問題とならなかったが、今後の設計に十分な検討が必要と考えられる。
- リフト打設された構造物にプレストレスングする場合は、材令差が大きなクリープひずみ差となって表面化する可能性が明らかにされ、今後類似の工事を計画する際は、十分な留意が必要と考えられる。

現在、ケーソン圧入時の計測結果について整理解析中であり、今後機会をみて報告したいと考えている。

謝 辞

計測計画策定に当りご指導を賜った、「横浜港横断橋下部構造の設計施工に関する調査研究」委員会の委員長をはじめとする委員ならびに幹事各位に、深く感謝の意を表します。

1) 岡田、石井：横浜港横断橋の設計と施工、土木技術、39巻1号

2) 波羅、隅元：PCバージの計測計画、プレストレストコンクリート、Vol.27, No.1, Jan.1985

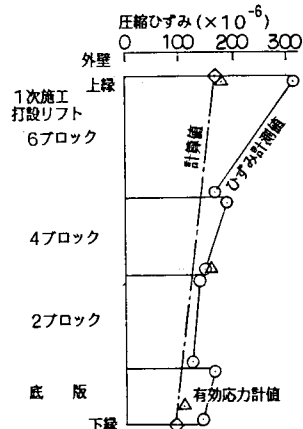


図-4 断面3の応力分布