

PCゲルバー橋の連続化に関する設計報告 (首都高速1号羽田線)

首都高速道路(株)		○石橋 正博
(株)ピーエス三菱	正会員	花房 禎三郎
(株)ピーエス三菱	正会員	和地 高弘

1. はじめに

本橋は首都高速1号羽田線の勝島地区に建設されたゲルバーヒンジを有するPC連続箱桁橋である。  
 (図-1) 昭和38年12月に供用開始してから50年以上が経過しゲルバー部に経年劣化等による損傷(ひび割れ, 支承腐食等)が確認されていた。このため、維持管理が困難なゲルバー部の構造改良を含めた橋梁全体の耐震性向上のため補強が計画され、現在施工が進められている。なお、ゲルバー部の構造改良は、長期耐久性を確保するため、外ケーブル工法による連続一体化(9径間連続)を図る事とした。ただし適正な連続化範囲を超える箇所については、橋脚を新設しゲルバー部の反力を受け替えることで、ゲルバー構造を持たない構造に変更する。

2012年PCシンポジウムでは隣接工区と合わせ工事全体の設計概要を報告している。本稿では、本工事の特徴であるゲルバー連続化および受け替えに関する設計について主に報告する。

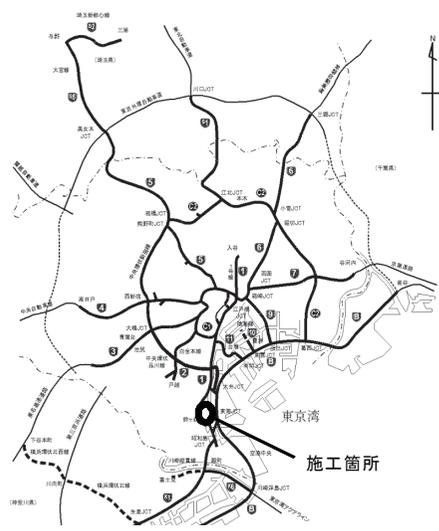


図-1 高速1号羽田線勝島付近

2. 構造概要

当該工事区間は3径間7連のPC連続箱桁橋で、掛け違い部はゲルバー構造として荷重を受け渡している。断面構造は2室箱桁断面を基本とし、上下線と出入り口部(ランプ部)の有無により2~3主桁が並列した構造となっている。(図-2)

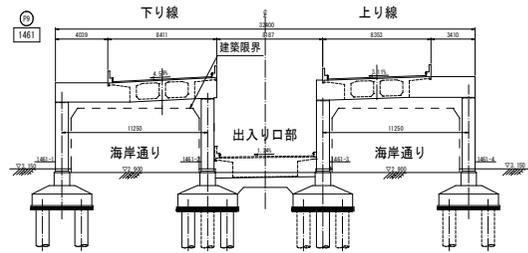


図-2 断面図

3. 設計概要

3.1 設計方針

3径間連続箱桁橋のゲルバー部を外ケーブルにて連結し、9径間連続とする。連続化しないゲルバー

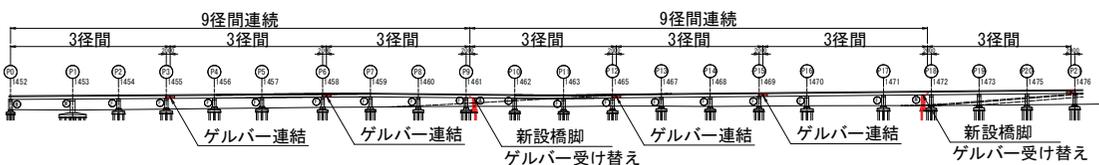


図-3 連続化・新設橋脚箇所図

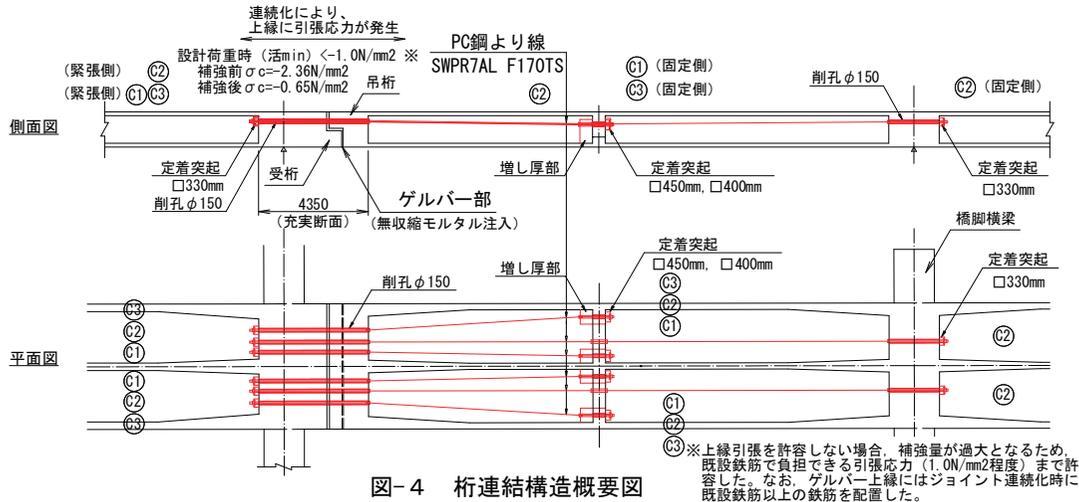


図-4 桁連結構造概要図

部は、ゲルバー脊を分離（切断）し、新設橋脚を設置しゲルバー反力を受け替える構造とした。

(図-3)

3.2 桁連続化の設計

桁連続化の構造概要および外ケーブル配置の一例を図-4に示す。連続化は、まず外ケーブル設置のために、ゲルバー部をウォータージェットにて削孔する。吊桁と受桁の間に無収縮モルタルにて間詰めを行った後に、外ケーブルを配線、緊張する事で一体化を図る構造としている。また、外ケーブルによる連続化と併せてB活荷重対応を行っている。

桁連続化による構造系変化によって、連結部付近の上縁には引張応力が発生することとなる。この引張応力に対して、B活荷重および温度荷重時に満足するよう外ケーブルを配置する。建設当時のTL-20からB活荷重へ増加したことによる下縁の引張応力に対しては、外ケーブルの他に桁下面に炭素繊維シート補強を併用する事とした。せん断耐力に対しては外ケーブルではせん断耐力の向上がほとんど見込めないため、炭素繊維シートにて補強を行った。

設計フローを図-5、断面力算出モデル種別を表-1に、モデル図を図-6に示す。クリープおよび乾燥収縮の影響は、建設後50年以上経過しているので考慮していない。

使用する外ケーブルは、ゲルバー長が4.35mと短くセットロスの影響が大きいので、セットロスの無いナット式定着タイプとした。

また、ボックス内の作業スペースおよび定着スペースの制約より、

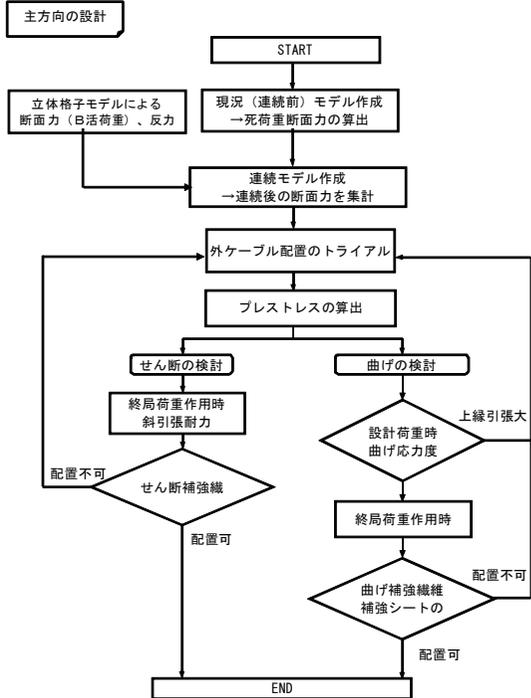
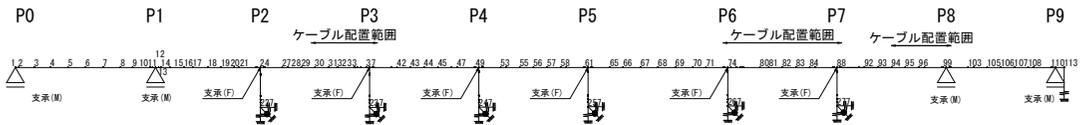


図-5 設計フロー図

表-1 荷重-モデル種別一覧

モデル種別	連続前(現橋)	連続後	2次元フレーム	立体格子
荷重種類				
死荷重 (桁自重・橋面)	○			
プレストレス (既設)	○			
〃 2次力	○			
プレストレス (連結外ケーブル)		○		
〃 2次力		○		
活荷重				○
温度荷重			○	
反力 (連結後)				○

連続化後モデル (二次元フレーム) P0~P9径間



立体格子モデル (活荷重算出) P0~P9径間

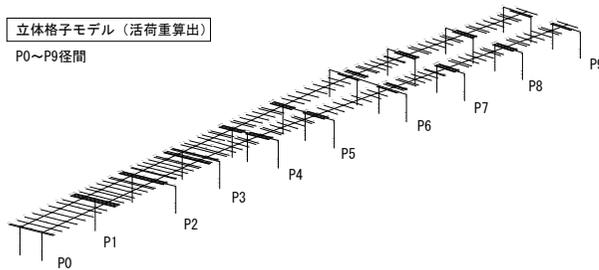


図-6 各種モデル図

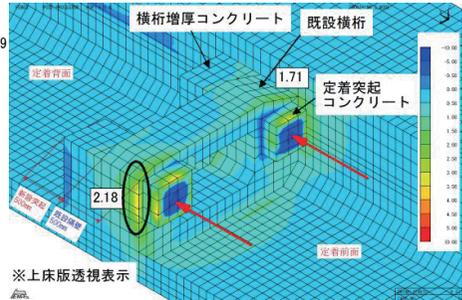


図-7 中間横桁定着部 FEM 解析

1ボックスあたり3本を基本とした。

中間横桁への定着は、緊張力に対し、横桁増厚を行い、鉄筋とコンクリートのせん断力で負担した。また、FEM解析により発生応力を確認し、引張強度(2.46N/mm<sup>2</sup>)以下となる様に、増厚形状および定着突起形状を決定した(図-7)。その結果、使用外ケーブルはF170TS(7×φ15.2)に対し、中間横桁1箇所あたりの定着は左右各1本の2本までとした。横桁増厚量は500mm、ずれせん断に対して必要な補強鉄筋を配置した。



図-8 イメージ図

### 3.3 新設横梁の設計・施工

9径間連続桁の端部は、現在のゲルバー部の支承を切断し構造的に分離する。分離するゲルバーヒンジの吊桁側には新たに支点が必要となることから、下部工を新設し、ゲルバー部の反力を受け替えて上部工を支持する設計とした。ここで主桁は既存の構造と同様に、新設横梁を介して支持される構造となる。図-8にイメージ図を、図-9に新設横梁概要図を示す。

新設横梁は既設上部工を貫通させる内ケーブルと、主桁下面に配置する外ケーブルを併用したPC構造として設計を行った。

新設横梁の施工は、街路を供用しながらの施工であり、桁下の建築限界に余裕がなく、施工条件が厳しいため、施工方法や順序に配慮して設計する必要があった。よって、各段階での新設横梁やゲルバー杻にかかる反力の変化、外ケーブルと支保工との取り合いを考慮して、緊張は1次緊張と2次緊張の二回に分けて行う

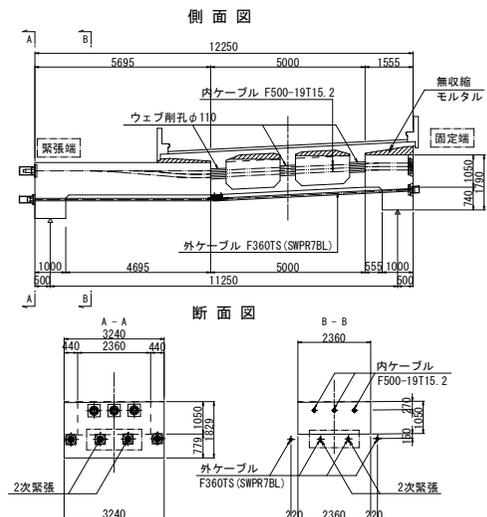


図-9 新設横梁概要図

事とした。施工フローを図-10に、施工のステップを図-11に示す。

(1) 打設・1次緊張

新設横梁施工のための型枠・支保工は、新設横梁下面の外ケーブルと干渉するため、内ケーブルおよび外ケーブルのうち外側の2本を先行して緊張する。この1次緊張により新設横梁の自重と活荷重を負担できる緊張力を導入し、型枠・支保工の解体が可能となるよう設計した。

なお、新設横梁のコンクリートは、張出床版下面およびボックス内の遊間が狭く、パイプレンタによる締め固めが困難なため、高流動コンクリートを用いる事とした。

(2) 支保工撤去・支承部仮受け

ゲルバー沓切断時にジャッキupおよび高さ調整を行えるよう、支承前後に仮受けジャッキを設置する。この段階では、支承は固定しておらず反力を負担させていない。

(3) 2次緊張・ジャッキup・ゲルバー切断

ゲルバー沓の切断はワイヤーソーで行う。切断前にゲルバー沓の反力を受け替える必要があるためジャッキupを実施する。ジャッキup前に2次緊張を行う必要があるが、検討の結果、一部の新しい横梁では、ゲルバー沓が反力を負担している状態で2次緊張を行うと、オーバーストレスにより、新設横梁上縁に引張応力が発生する。このため、ジャッキアップを2回に分けて荷重の移行を段階的に行い、2次緊張も2回に分けて段階的に行う事でオーバーストレスとならないよう設計した。

ジャッキupにてゲルバー沓の反力を全て新設横梁へ移行した後に、ゲルバー沓を切断し、支承を固定、ジャッキdownし上部工反力を新設橋脚へ受け替える事とした。

4. おわりに

今回ゲルバー部の連続化にあたり、動的解析による耐震設計を行い、必要な下部工補強および支承交換も本工事で実施している。

平成27年4月現在、本工事ではゲルバー部の分離が無事に終わり、外ケーブル補強の施工中で、平成27年10月に完成予定である。

当該区間は、ゲルバー部の改築方法として、連続化する他に下部工を新設し、これを

支点としてゲルバー反力を受け替えるという手法が選択できた。これまでに前例のない手法であると共に、都市部に建設された首都高速においては、このような手法を選択できる箇所は希である。しかしながら、今後増加することが予想されるPC橋の補強工事に本稿が役立てば幸いである。

最後に、設計および施工にあたりご助言・ご協力をいただいた関係各位に深く感謝の意を表す。

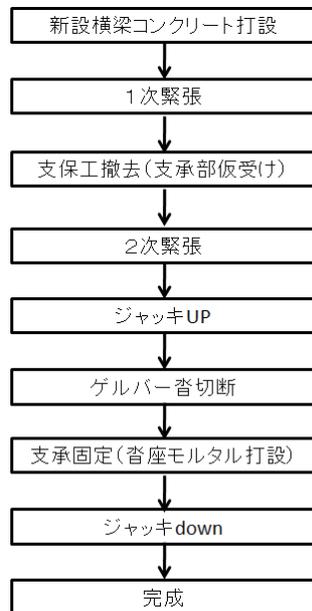


図-10 施工フロー

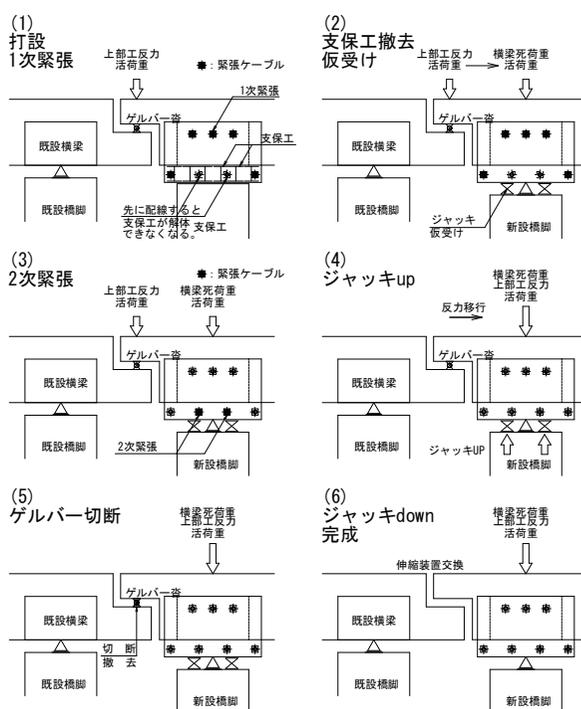


図-11 ステップ図