洗掘を受けた橋りょう下部工の補強検討―その２：補強検討結果―

ジェイアール東日本コンサルタンツ（株）　正会員　○逸見　研二
ジェイアール東日本コンサルタンツ（株）　正会員　羽矢　洋
JR 東日本　横浜支社　正会員　梅津　武司
JR 東日本　八王子支社　正会員　下垣　正宏
JR 東日本　東京支社　正会員　猿谷　賢三

１．はじめに

中央線多摩川橋りょうでは，下部工の洗掘対策として，これまでにも河床防護工およびイコス工法（以下「イコス」と称す）による補強を漸次実施してきたが，今回の出水被害を受けて，補強対策が未施工の下り 12P を対象とするイコス補強を計画し，詳細設計を実施した．本論文では，「洗掘を受けた橋りょう下部工の補強検討―その２：補強検討結果―」と題して，下り線第 12 号橋脚のイコスによる根固め工の詳細設計について述べる．橋りょうの概要，洗掘調査結果の詳細については，その１を参照されたい．

２．イコスの概要

イコスは，基礎の補強を目的とする連壁技術としてイタリアで確立された．国鉄においては昭和 41 年，河床低下をきたした南武線多摩川橋りょうで採用されたのが最初である．また，中央線多摩川橋りょうでは，昭和 49 年からイコス補強が行われてきた経緯がある．JR 東日本八王子支社管内では，最近，中央線第三笹子川橋りょうで採用している．

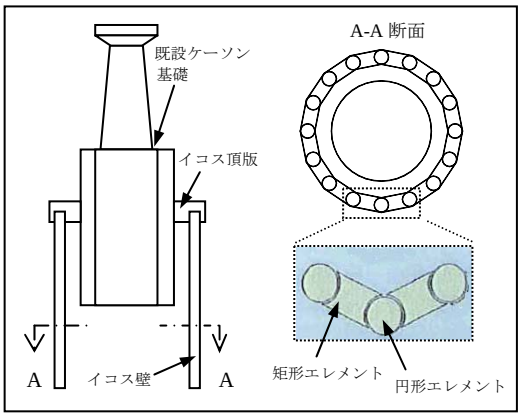


図-１　イコスの概要

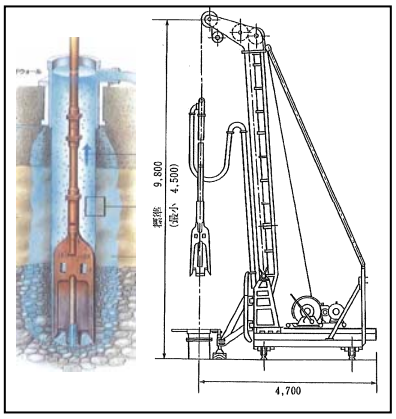
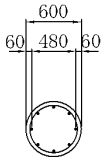
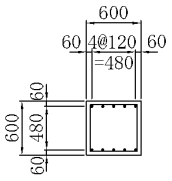


図-２　イコス施工機械の概要

イコスの概要を**図－１**に，イコス施工機械の概要を**図－２**に，示す．イコス壁の主要寸法，配筋等は，施工機械の制約や実績から**表－１**に示すとおりに決定されるが，設計の考え方は明確ではなく，想定荷重や検討の方法は設計者に委ねられている．また，それぞれのエレメントが接合されていないことから，現行の設計標準[1)]に示されている連壁やケーソン基礎の設計手法に準ずるには多くの課題がある．

表-１　イコス部材の断面諸元

断面諸元	円形断面	矩形断面
f'_{ck}＝18N/mm^2		
f_{syk}＝350N/mm^2		
主鉄筋 D22(SD345)		
スターラップ D16（ctc350,SD345）		

３．橋脚基礎の補強設計

３．１　検討方針と荷重条件

既存ケーソンは現状で安定性を満足していることから，上部工反力，橋脚・ケーソン自重，列車荷重など，イコスの自重を除く鉛直方向の全荷重を既存ケーソンが受け持ち，新設イコスには，全水平力とイコス自重のみが作用するものと考えた．ここで，イコスの頂版コンクリートと既設橋脚躯体の間は，一般的には定着が図られないことから，イコス頂版に回転モーメントを伝える場合と伝えない場合の 2 ケースについて，「高水位（増水時）＋一時」と「平水位＋Ｌ１地震時」の検討を行うものとした．なお，ケーソンの設計ではケーソン前面形状に応じた形状係数α_hが規定されているが，イコス形状はケーソンに類似であることから本検討においてもα_h=1.0，2.0 の 2 ケースを設定した．

キーワード：洗掘，河床低下，ケーソン基礎，衝撃振動試験，安定計算，イコス工法
連絡先〒171-0021　東京都豊島区西池袋三丁目 30 番 3 号　西池本田ビル 4F
ジェイアール東日本コンサルタンツ株式会社　メンテナンス事業部　構造物検査室　TEL. 03-6846-1194

３．２　解析モデル

イコス壁は，円形エレメントおよび矩形エレメントが交互に配置された井筒状連壁であり，隣り合うエレメントとの結合は図られていない．これを設計モデルとするため円環形状のイコス壁を**図－３**に示すように円環の曲げ剛性と等値の８角形の壁に分割し，さらに，８個の矩形ブロックを群杭として軸線でモデル化し，平面骨組みモデルとして構築した．

イコス壁の部材安全性の検討は，最前列および最後列の杭（８分割したブロックの内，最前面，最後面のブロック）に着目し，部材線形，地盤非線形の条件で静的非線形解析を実施し，これにより算定されるモーメント，せん断力，軸力に基づき断面照査を行うものとした．

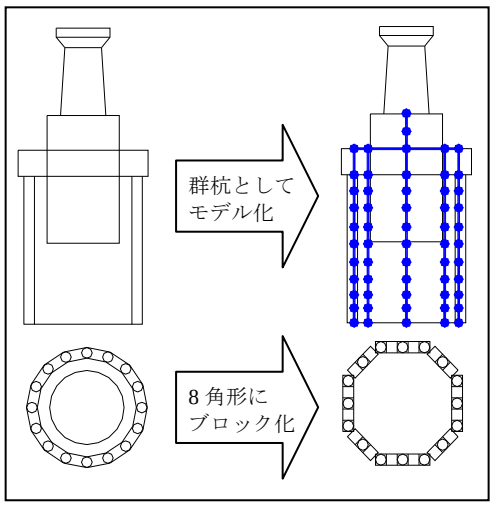


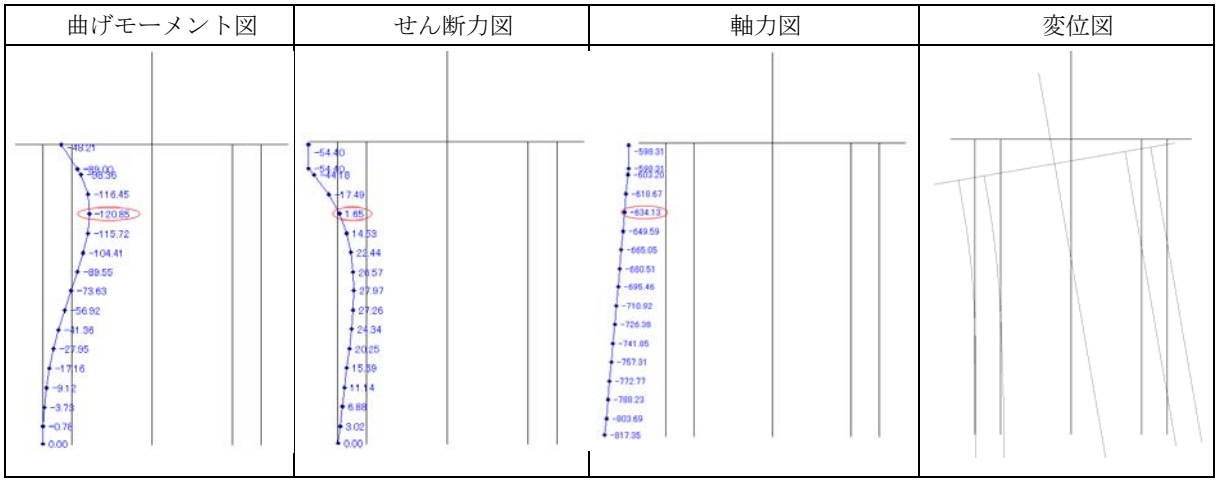
図-３　解析モデル化のイメージ

３．３　部材の安全性照査結果

解析によって得られた曲げモーメント最大およびせん断力最大の部位について抽出・整理し，この値を用いて部材の安全性照査（**表－２**）を行った．**図－４**に解析結果の一例としてL1地震時（$\alpha h=1.0$，モーメント有り）における部材発生断面力および変形状態を示す．この結果，いずれのケースでも安全性を担保することが確認できた．

表-２　部材の照査結果

	曲げモーメントの照査 $\gamma_i \times M_d/M_{ud}(<1.0)$				せん断力の照査 $\gamma_i \times V_d/V_{ud}(<1.0)$			
	円形断面部		矩形断面部		円形断面部		矩形断面部	
終局限界	0.18	OK	0.13	OK	0.14	OK	0.12	OK
L1地震時	0.12	OK	0.07	OK	0.07	OK	0.05	OK



図－４　解析結果の例：断面力および変位図（L1地震時　α_h=1.0　モーメント有のケース）

４．おわりに

明治22年7月，甲武鉄道会社線の多摩川橋りょうとして構築された現中央線多摩川橋りょうは，これまで幾多もの出水を経験し，そのたびに河床防護工の施工，イコス補強といったメンテナンスを受けながら，中央線の輸送を現在も支えている．

イコスは，古くから基礎の補強法として採用されているものの，設計法の未整備による不確定さがついて回ることを否めなかった．既存のイコスの検討資料を見ると，設計技術者の検討法が不明なものや，かなり割り切った思想で設計を行っていながら，その割り切りが不安全側になっているものを目にすることもあった．今回の検討においては，既往の大型基礎の支持力特性を参考にしながら，イコスのモデル化，静的非線形解析を適切に行ったことで，得られた検討結果は安全側に適切なものとなったと考える．

参考文献

1）鉄道総研：鉄道構造物等設計標準・同解説（基礎構造物・抗土圧構造物編），平成9年3月