

III-248

プレキャストSRC切梁を用いた大規模山留めの設計

首都高速道路公団 正会員 久保田信雄

○首都高速道路公団 正会員 谷 雅史

川崎航路トンネル作業所 正会員 清水 徹

大成建設（株） 正会員 津田 勝利

1. まえがき

本書は、前報に続き、川崎航路トンネル浮島立坑におけるプレキャストSRC切梁（以下PCaSRC切梁と略す）を用いた大規模山留めの設計についてその概要を示すものである。

2. 山留め壁の設計

山留め壁の設計は、弾塑性法（山肩の拡張法）による梁パネ逐次掘削解析及び切梁の傾斜、立坑周辺の地盤条件の差異等を考慮するため、2次元弾塑性FEM逐次掘削解析により行った。図-4に弾塑性法概念図を、図-5にFEM解析のモデル概念図を示す。また、材料物性値を表-2に示す。なお、浮島立坑では換気塔基礎として杭連壁複合基礎を用いているため、梁パネモデルではこれによる床付け面以深の地盤の強度及び剛性増加として考慮し、FEM解析ではこれを面要素としてモデル化した。

梁パネ解析の結果を図-6に、FEM解析の結果から全体変形図を図-7に、鋼管矢板の曲げモーメント分布を図-8に示す。山留め壁の設計は、2つの方法による大きい方の断面力を用いて行った。また、2つの方法によるPCaSRC切梁の最大軸力を表-3に示す。解析の結果、B2PCaSRC切梁には1本当たり最大約1400 tf、B3PCaSRC切梁には最大約2000 tfの軸力が作用することになる。

3. プレキャストSRC切梁の設計

切梁交差部は切梁と切梁及び切梁と中間杭が剛結された構造となっているため、切梁や中間杭には軸力だけでなく、曲げモーメントが発生する。そこで、「2.山留め壁の設計」で得られた切梁反力及び切梁位置での変形

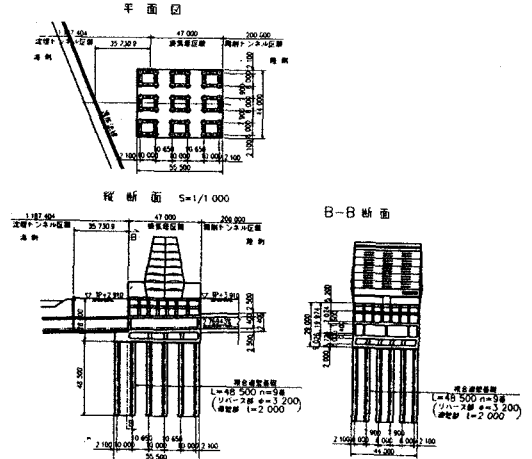


図-1 浮島立坑全体図

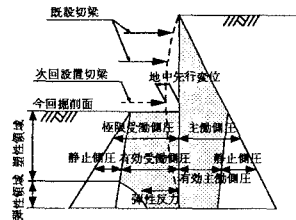


図-4 弾塑性法概念図

表-3 プレキャストSRC切梁最大軸力

B1 SRC切梁	716 t/本
B2 SRC切梁	1420 t/本
B3 SRC切梁	2011 t/本

* 分間幅6.5mに換算する。

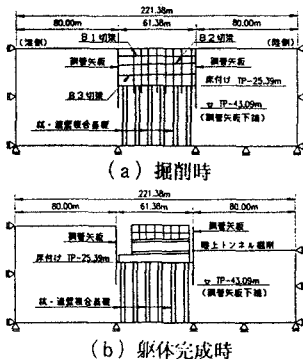


図-5 FEM解析モデル

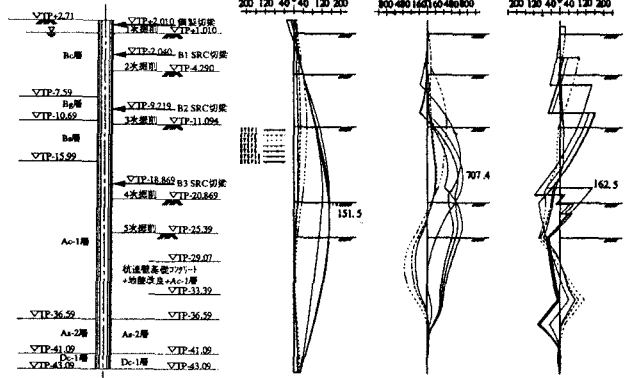


表-2 材料物性値一覧

仕 様	換算断面 面積 A (mm ²)	換算断面 2次モーメント I (mm ⁴)	換算 ヤング係数 E (N/mm ²)	鋼材降伏 応力度 σ_{yk} (kgf/cm ²)	コンクリート軸圧縮強度 σ_{ck} (kgf/cm ²)
B1SRC切梁	2H-400×400×13×21(SS41)	7.29×10^8	1.34×10^4	2.1×10^3	2400
B2SRC切梁	1200 ^a ×1250 ^b ($f_a=500$ kgf/cm ²) H-400×400×13×21(SS41)	2.50×10^9	5.62×10^4	2.8×10^3	日産鋼 2400 鉄筋 3500
B3SRC切梁	1000 ^a ×750 ^b ($f_a=500$ kgf/cm ²) H-400×400×13×21(SS41)	2.33×10^8	1.03×10^4	2.1×10^3	日産鋼 2400 鉄筋 3500
B3SRC切梁	1000 ^a ×1000 ^b ($f_a=500$ kgf/cm ²) H-428×407×20×35(SS41)	3.22×10^9	2.38×10^4	2.1×10^3	日産鋼 2400 鉄筋 3500
中層杭	□-400×400×19(SS41)	4.62×10^8	1.09×10^4	2.1×10^3	3200
鋼管矢板	φ1800×21t	6.74×10^9	2.55×10^4	2.1×10^3	2400
地盤鋼管	φ1600×12t	3.47×10^9	1.03×10^4	2.1×10^3	2400

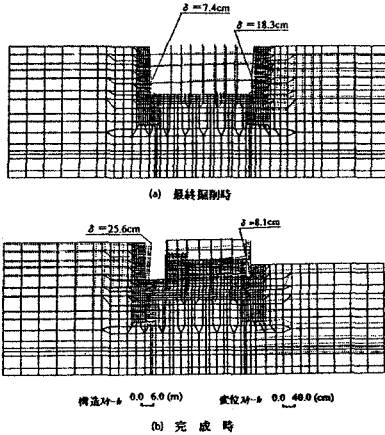
注：*：クリップの影響を考慮したケースも考える（クリップ係数 $\beta=1.16$ ）


図-7 FEM解析結果(全体変形図)

量を用いて図-9および図-10に示す水平断面（切梁—切梁—腹起し系）及び鉛直断面（切梁—中間杭系）骨組み解析を行った。

骨組み解析から得られた断面力を用いて軸力及び2軸曲げを受ける部材としてPCaSRC切梁の設計を行う。PCaSRC切梁の耐力は「鉄骨鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説」（日本建築学会）に基づき図-11に示す累加強度方式により算定する。鋼材(S)部で強軸回りの曲げモーメントを全て分担させ、弱軸回りの曲げモーメントは鋼材の残りの耐力と、設計軸力(N)を受ける鉄筋コンクリート(RC)部分の曲げ耐力の和で分担させる。なお、許容応力度は「コンクリート標準示方書」（土木学会）に基づき設定した。代表例としてB2切梁一般部の曲げモーメントが最も大きく応力的に厳しい部材の設計概要を表-4に示す。また、RC部分の耐力カーブを図-12に示す。

4. まとめ

- (1) 弾塑性法及び2次元弾塑性FEM解析を用いてPCaSRC梁を用いた大規模山留めの設計を行った。
- (2) SRC切梁の設計は累加強度方式による耐力の照査により行った。
- (3) 現在、工事が進行中であり、土圧の評価、PCaSRC切梁のパネ評価、軸力分担機構等に対し今後シミュレーションを行い、その検証を行う予定である。

(参考文献)

- 1) 石上 他：“プレキャストSRC切梁を用いた大規模山留めの施工”，第48回年次学術講演会
- 2) 柄川 他：“スラブに埋め込まれたプレキャストSRC切梁の軸力解放実験シミュレーション”，第48回年次学術講演会

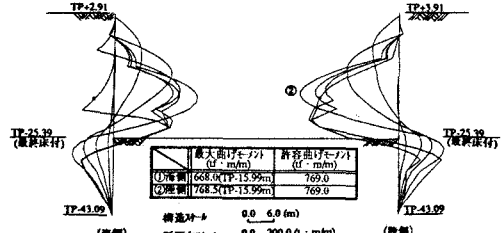


図-8 FEM解析結果(山留め壁の曲げモーメント)

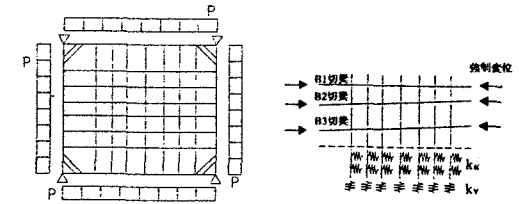


図-9 水平断面骨組み解析

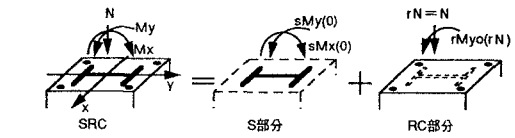


図-10 鉛直断面骨組み解析

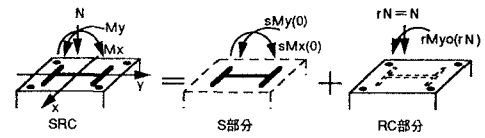
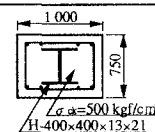


図-11 累加強度方式

表-4 B2 SRC切梁設計概要

設計断面力 軸力 $N=1323$ tf 強軸回り曲げモーメント $M_x=23.7$ tf·m 弱軸回り曲げモーメント $M_y=63.1$ tf·m	鉄骨(S)部分 $sM_x(0)=23.7$ tf·m (強軸回り曲げモーメント) $\frac{sM_x(0)}{sM_{xo}(0)} + \frac{sM_y(0)}{sM_{yo}(0)} = 1$ $sM_{xo}(0), sM_{yo}(0)$: 鉄骨が $N=0$ の場合にX軸あるいはY軸回りの1軸曲げモーメントを受ける場合の許容曲げ耐力 $sM_{xo}(0)=69.9$ tf·m $sM_{yo}(0)=23.5$ tf·m より $sM_y(0)=15.5$ tf·m	鉄筋コンクリート(RC)部分 設計軸力Nを受ける鉄筋コンクリート部分の弱軸回りの曲げ耐力は $rM_{yo}(rN)=105.0$ tf·m  $rM_{xo}(rN)+sM_y(0)=105.0+15.5=120.5$ tf·m $> M_y \sim OK$
---	---	---

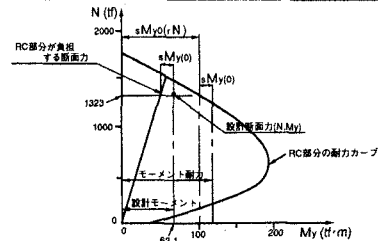


図-12 RC部分の耐力カーブ