

VI-162

偏断面大深度掘削を伴う山留め工の設計とその挙動

住友建設（株）

正会員 山地 斉

二村 五郎

代田 敏彦

首都高速道路公団

正会員 荻原 充信

正会員 岡田 昌澄

1. はじめに

大規模な山留め工を伴う開削トンネル工事においては、本体構造物に悪影響を与えないように山留め支保工を撤去すること、いわゆる躯体にやさしい仮設構造物を計画・設計することが肝要となる。首都高速大宮線のうち「さいたま新都心」地区に位置する0E26工区（1）トンネル工事は、柱列式地中連続壁工法による山留め壁を採用した掘削深約34m、掘削幅約35m、延長約100mの大規模開削工事である。

当工区は、構造がダブルデッキ形式から平行形式へ移行する区間にあるため、図-1に示すように上下線で約10mの段差が生じ偏断面掘削となる。地盤構成は、標高約TP+10mの洪積世の砂質土層と粘性土層の互層地盤であり比較的良好であるが、地下水位はGL-2mと高い。なお、掘削底面地盤の盤ぶくれ対策として、ディープウェル工法を併用している。このような偏断面掘削を伴う仮設山留め工において、躯体の品質の確保を最優先させた切梁撤去方法について比較検討を加え設計したので、その概要を報告する。

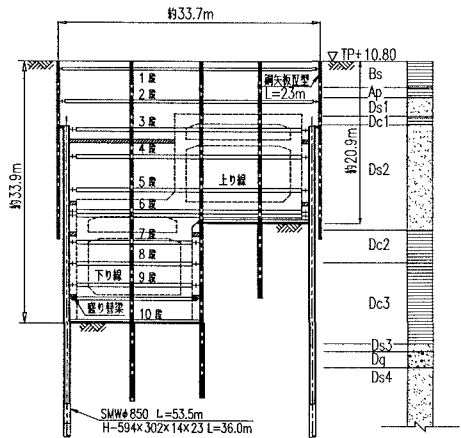


図-1 仮設山留め工断面図

2. 山留め支保工の撤去方法の選択

躯体構築時の切梁撤去方法には、①切梁を埋殺す案、②片持ち状態の躯体側壁に盛替える案、③内梁を設置する案、④複数段の切梁を同時に撤去し躯体を閉合させて中床版位置で盛替える案、の4方法が考えられる。①、②案は躯体に対し水密性や応力的に悪影響を与えるため、③、④案で経済性比較を行った結果、経済的にはほぼ同等であるため躯体の品質の確保および施工性に優れる④案を選択した（図-2）。

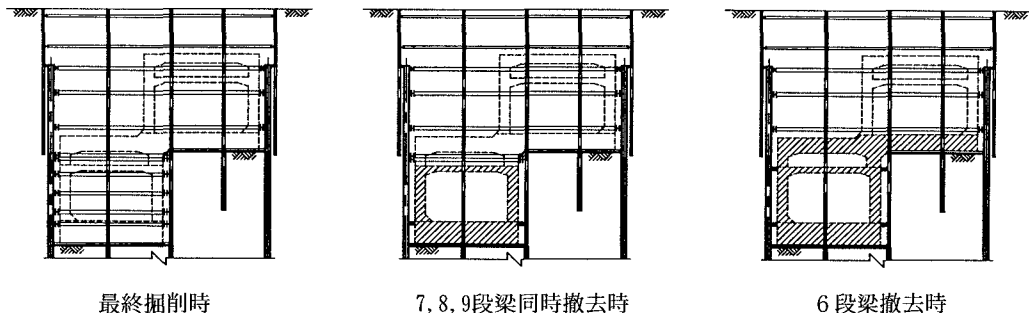


図-2 切梁撤去方法と躯体構築概要図

山留め 情報化施工 切梁撤去方法

〒160 東京都新宿区荒木町13番地の4 住友建設株式会社 TEL 03-3225-5133 FAX 03-3353-6656

3. 設計手法

(1) 非対称山留め工の設計

山留め工の設計では、偏断面部の取り扱いがポイントとなる。通常、山留め解析では開削幅の中央部を不動点として左右対称形で取り扱うが、ここでは、偏断面部の地盤を弾性バネで評価するものとして、首都高速道路公団仮設構造物設計基準に準拠した山留め弾塑性法により、切梁撤去時までの一連の解析を行った。

(2) 偏断面部の地盤バネを考慮した支保工の評価

弾塑性解析に入力する切梁のバネ値は、6段梁以上の全断面掘削部は切梁の中間点を不動点として算出したが、それ以下の偏断面部の切梁は主働側圧が不釣り合いなことから、図-3に示すように切梁、中間山留め親杭および偏断面部の地盤バネを考慮し、フレーム解析により算出した合成バネを採用した。この結果、偏断面部の切梁バネ値は、全断面部の切梁バネ値と比較し40%～60%程度の値となった。

(3) 高剛性の芯材、支保工の採用

切梁撤去時の計算では、切梁を3段同時に撤去するため、柱列式中連続壁の芯材はH-594×302×14×23@600を、切梁・腹起しの一部にはH-500×500×25×25を採用した。このH-500の仮設材は、近年市場に供給されたもので、その断面性能は従来使用されてきた仮設材の最大部材であるH-400×400×13×21の約2倍、また重量では約1.5倍である。大規模開削工事のように大きな反力が作用する場合は、切梁段数を増やしたり複数のH-400部材を採用するよりも施工性、経済性に優れたものと考えられる。

4. 山留め壁の挙動

山留め工の挙動を確認するために、2測線の計測断面を設定し、切梁の軸力および山留め壁芯材の変形を計測した。偏断面部掘削時にも、変位の実測値と計測値は若干の相違があるもののほぼ一致している（図-4）。

この段階でこれまでの計測結果を用いて逆解析を行った結果、変形の相違の要因としては、①掘削時の地盤の乱れにより偏断面部の合成切梁バネが設計値よりも小さくなったこと②山留め壁の変形によって地下水が回り込み粘性土部（Dc2, Dc3層）での側圧が増加したこと、が想定された。

5. おわりに

このような偏断面大深度掘削を伴う山留め工では、偏断面部の地盤の評価を適切に行い支保工の特性を決定することが重要となる。偏断面部の切梁バネ値は、切梁鋼材や中間山留めの特性、地盤強度を考慮した合成バネとすべきである。施工時には、切梁の軸力や山留め壁の変形を計測し、設計時の切梁バネの妥当性を検証しながら施工を進める必要がある。

さらに、計測結果を用いて逆解析や予測解析を行い、計測結果を施工にフィードバックする情報化施工体制を敷き、施工の安全性を図ることが不可欠である。解析手法としては、地盤と仮設部材の挙動を総合的に取り扱うことの可能なFEM解析手法を取り入れることも今後の課題となろう。

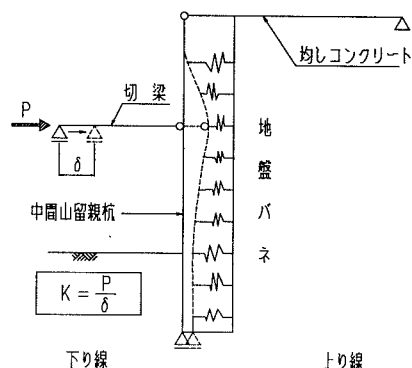


図-3 切梁バネ値算出概念図

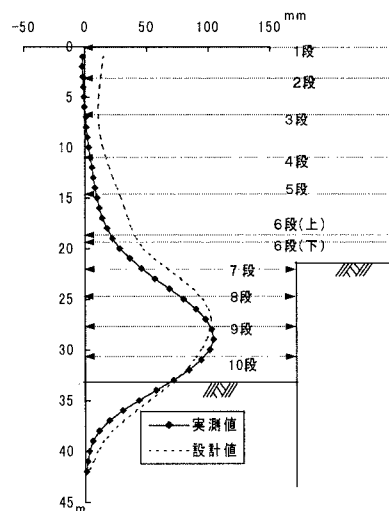


図-4 深部側山留め壁の変位