

トンネル構築時の側壁剛性を活用した土留めの合理的施工

首都高速道路公団 正会員 並川 賢治 首都高速道路公団 正会員 石田 高啓
同 上 正会員 土橋 浩 大成建設 正会員 西岡 巖
同 上 正会員 春日 清志

1, はじめに

大規模な開削トンネルでは、構造物構築過程での切梁解体手順が工事全体の費用・工程に大きく影響を与えることがある。切梁は、トンネル側壁の立上げに併せて撤去、盛替え並びに存置しながら、現場条件を満足するように取り外していく。切梁の撤去を前提とした場合、施工性向上・工程短縮のために一度に多くの切梁撤去行えば、土留めの剛性増加から工事費を圧迫し、土留め剛性の増加を抑えるために切梁の盛替えを頻繁に行えば、施工性を悪化させ工程を引き伸ばすことになる。一方、切梁の存置を前提とした場合、工程的には有利なものの、切梁材料費・漏水発生要因の増加を伴う。このような背景から、効率的かつ経済的な切梁解体方法が望まれているところである。

本報告では、シールドトンネル発進立坑の側壁構築過程において、側壁に土留めからの荷重を負担させることで切梁を効率的に撤去した事例を紹介し、土留めの計測結果を側壁剛性に着目して評価した結果を示す。

2, 施工条件

施工箇所は新宿区西新宿三丁目にあり、将来には首都高速中央環状新宿線の一部となる。(図-1)掘削床付は、A・B断面で、GL-45.2m, GL-39.7mであり、都心部で行う工事としては非常に大規模な掘削工事である。A断面は、シールド発進立坑部であり、1,200mmのRC地中連続壁は、後施工側壁と合わせて本体利用し、2,850mmのトンネル側壁になる。(図-2)また、B断面は

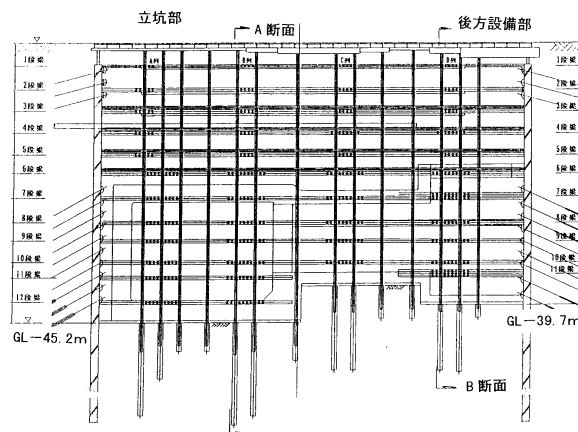


図-1 側面図

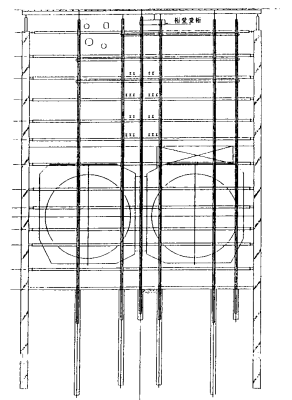


図-2 断面図 (A断面)

1,200mmのRC地中連続壁内に2,000mmの側壁を構築する。切梁段数は、それぞれ12段,10段(捨て梁を含めれば13段,11段)である。本工事で着目したのは、捨て梁打設後の切梁解体及び底板打設、切梁解体及び側壁構築、土留め荷重を側壁に受替え上段切梁解体(二段)の3つの施工ステップである。A断面の着目ステップを図-3に示す。

本工事では、当初、土留め荷重を側壁に受替える構想は無く、7,10段梁は存置する予定であった。

3, 土留め計測結果

A・B断面に設置した、鉄筋計・傾斜計・軸力計による計測結果の中から、A断面で得られた切梁解体ステップにおけ

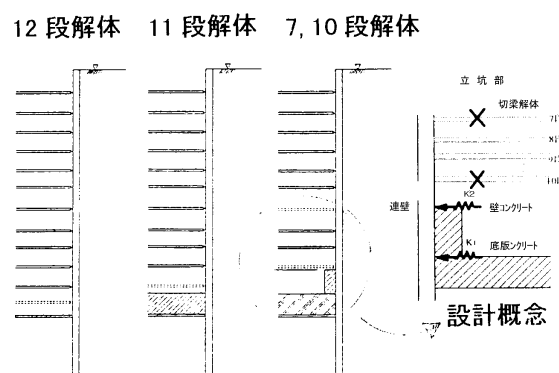


図-3 着目する施工ステップ

キーワード：土留め、切梁解体、側壁剛性、計測、RC地中連続壁
連絡先(東京都新宿区西新宿6-6-2・電話03-5320-1624・FAX03-5320-1658)

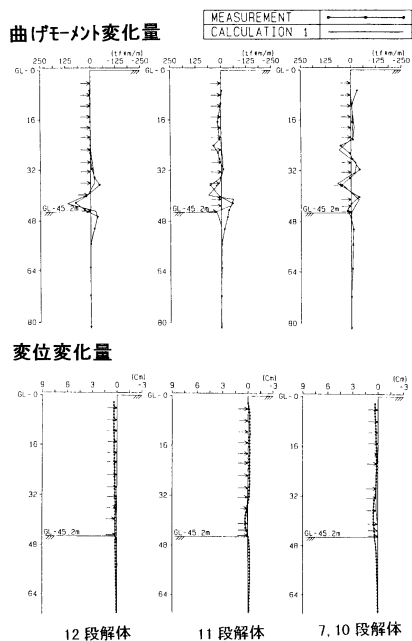


図 - 4 曲げモーメントおよび変位図

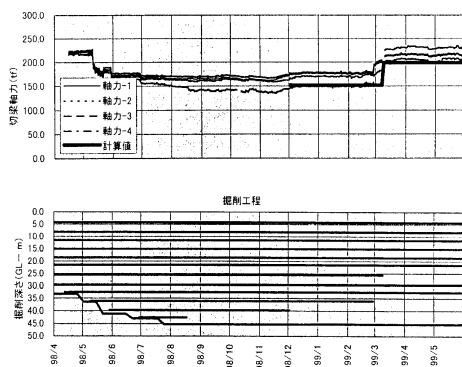


図 - 5 切梁軸力図

る曲げモーメント及び変位の実測値の変化量と解析値を図 - 4 に、切梁軸力の実測値と解析値を図 - 5 に示す。ここで示した解析値は、側壁を底版で固定端とする等価な 1 段の仮想集中バネとして評価した値で、表 - 1 における Case 3 である。

土留めの曲げモーメントおよび変位の変化量は、モードおよび値がほぼ一致している。また、切梁の軸力では、解析値を上回る値が計測されているものの、掘削過程で生じる軸力傾向はほぼ一致している。

なお、掘削過程における土留めの変形および曲げモーメントの実測値が解析値と一致しているため、計測の信頼性は十分である。

4、側壁ばねに関する考察

従来、土留めを弾塑性法で設計する場合に、底版や頂版などのスラブ状のものは切梁のように弾性支承（集中ばね）として取り扱うことが多く、実績的・構造的にも特段の問題がないと考えられている。しかし、土留めに面状に接する側壁部分の構造モデルについては、統一的な見解もなく課題が残されている。

ここでは、側壁部分を見捨てる場合と考慮する場合に分類し、側壁部分を考慮する場合は弾性支承として取り扱う幾つかの考え方について整理し比較した。計算した条件及び結果を表 - 1 に示す。

表 - 1 側壁剛性を計算した条件及び結果

Case	躯体剛性評価条件の組み合わせ						変位		曲げモーメント	
	側壁		バネモデル		コンクリートのクリープ影響		絶対量	変化量	絶対量	変化量
	無視	考慮	集中バネ	分布バネ	無視	考慮	実測値 =13.7 (mm)	実測値 =5.4 (mm)	実測値 =50.9 (tf・m)	実測値 =50.88 (tf・m)
			一段	二段			解析値	解析値	解析値	解析値
1	○						14.2	3.4	104.7	117.2
2		○	○			○	12.2	1.4	34.9	47.4
3		○	○			○	12.8	2.0	57.3	69.9
4		○		○		○	11.9	1.1	39.1	51.7
5		○		○		○	12.5	1.7	57.0	69.6
6		○			○	○	11.9	1.1	45.9	59.5
7		○			○	○	12.3	1.5	58.8	72.4

曲げモーメントおよび変位と解析値との比較では、Case1 以外のいずれの場合も解析における側壁のバネ定数は大きめに評価している。また、切梁剛性に対し側壁剛性が大きいため、バネモデル、クリープ考慮の有無による側壁バネ定数の違いが、曲げモーメントおよび変位に与える影響は小さい。切梁の軸力と解析値との比較では、解析値が若干小さくなる傾向を示すが、仮設構造に大きな影響を及ぼすものではなかった。

5、まとめ

- 1) 側壁を仮想切梁として扱うことにより、切梁の効率的解体が可能となる。
- 2) 側壁剛性は、底版を固定端とする片持ち梁と等価な 1 段の仮想集中梁として評価できる。

1)について、効率的解体により、作業性向上による工期短縮、構造物の品質向上、全体工事費の縮減に寄与するものと考えられる。2)について、計算の仮定を複雑にするメリットが少なく、比較的シンプルで構造系を現場で再現させ易いことから、この方法が望ましいと考えられる。

6、おわりに

本稿では、十分な構造厚・剛性を有しているトンネル側壁の有効活用が可能であることを示した。また、その場合の設計条件について示したが、施工手順、手当ての方法によっては解析モデルで設定した条件と異なることも考えられるため注意が必要である。今後は、設計から施工管理まで含めた構築フローを確立する必要があると考えられる。ここで示した報告が、今後の開削工事の合理化に役立つことを期待している。