

Ⅲ－B 258

急傾斜地における大規模土留工の設計と計測

名古屋市高速道路公社

北川 昭彦

（株）熊谷組

山田 徹

//

緒方 明彦

//

正会員 ○江島 裕章

1. はじめに

名古屋高速道路の高速1号線は、名古屋の中心を東西に貫く約17kmの区間で高架・半地下・トンネルで構成されている。当四谷その3工区は半地下からトンネルへの移行区間にあたり、2層6連の大断面ボックスカルバートを開削工法により施工するものである。仮設には、土留壁に連続地中壁を用いた切梁方式が採用されている。左右で10m程度高低差のある急傾斜地（図-1）に位置するため、左右の側圧のアンバランスを考慮した設計を行っている。

本報告は、上記工事の現場計測結果を用いて逆解析を行い、本設計手法の妥当性を検討したものである。

2. 設計手法

通常の土留解析は、左右の側圧が同じであることを前提としてモデル化されている。本工事のような偏圧を受ける切梁方式の土留は、左右非対称の挙動を示し、特に以下のような現象が考えられる。①切梁軸力は、山側の側圧により支配される。②山側土留壁の変形は、谷側の変形の影響を受ける。

設計手法は、計算の容易さと計測工への適用実績から土留弾塑性解析を採用し、山側と谷側を別々に解析を行った。前述の現象から、実際の切梁変形の不動点位置は、山側及び谷側の変形が収束するまで谷側にシフトし、収束した時点で中央になると考えられる。今回の山側解析における切梁バネ値には、切梁全長を基に算出し通常より小さいバネ値を採用した。また、谷側の解析においてバネ値を切梁長さの1/2とし、算出された切梁反力と山側の切梁反力の差分を谷側切梁にプレロード荷重として作用させ、図-2の計算フローの方法で解析を行った。

3. 計測工

計測工は、設計値を管理値として4断面で計測管理を行った。この結果図-3に示すように当初想定した左右非対称の挙動を示した。特に以下に示す挙動が顕著であった。

①最初の3次掘削時までは、偏圧の影響による左右の変形の差はほとんどない。

②4次掘削以降で、土留壁上部において左右の変形モードの非対称性が顕著となっている。

③土留壁の深いところでは、変位量や変形モードの違いが小さくなっている。

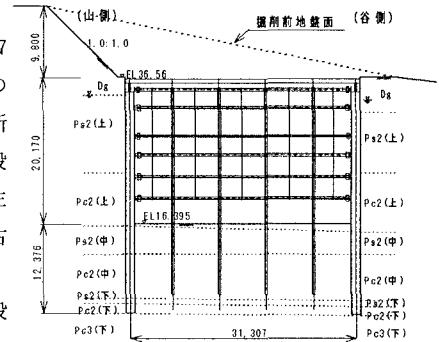


図-1 標準断面

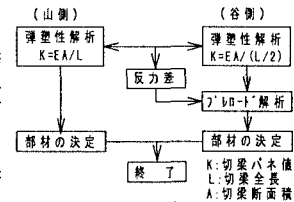


図-2 設計計算フロー

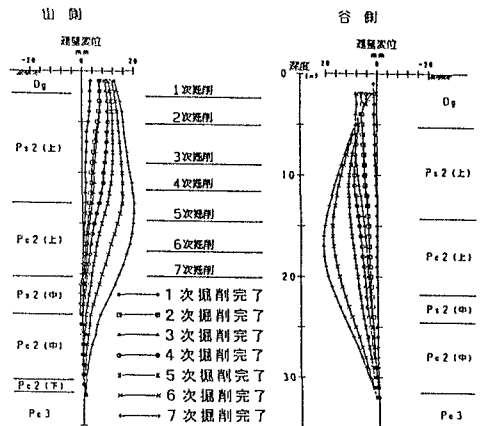


図-3 計測による実測値

キーワード：開削工事、土留め工、偏土圧、情報化施工

連絡先：新宿区津久戸町2-1 株式会社 熊谷組 TEL03-3235-8622（直通） FAX03-3266-8525

表-1, 2に、土留壁の最大変位量と変形より得られる発生断面力、最大切梁反力の実測値および当初設計値の比較を示す。山側の実測値は、設計値に対して最大変位で最終掘削時45%、発生断面力で53%、切梁軸力で20%～83%と小さな値であった。これに対して、谷側においては最大変位と発生断面力が当初設計値より大きくなった。実際の施工においては、背面への影響を抑えることを目的として、山側と同様の壁厚を採用していることや計測により鉄筋応力度が許容値以下であることを確認しながら施工を行うことにより、安全性は十分に確保できた。

4. 逆解析

山側について、左右非対称の変形挙動が顕著になる4次掘削以降について、実測値を基に逆解析を実施し変形モードについて表-3に示すパラメーターによりフィッティングを行った。谷側については、山側の結果を使用し、逐次ステップ毎に切梁先行軸力（実測値）を使用して照査を行った。

表-3 逆解析におけるパラメーターと変更内容

パラメーター	変更内容
水 圧	現場計測からの実測値
地盤バネ	掘削面以下の地盤バネについて土留の変形モードに合うように設定する。
側圧係数	実測された切梁軸力が設計値に対して小さいことから側圧係数を低減する。 (特に4, 5, 6段部分の差が大きい)
切梁バネ	設置した時点では、バネに換算する切梁の長さを切梁全長と設定し、次の掘削以降は半分の長さに変化させ、切梁変位の不動点位置の変化を考慮した。

この結果、土留変形の実測値に対して逆解析結果との変形誤差で、4次掘削時7.3%、5次掘削時4.8%、6次掘削時4.1%、7次掘削時8.5%と再現性が良好で、非常に精度の高いフィッティングが可能になった。

5. 設計計算手法の照査

当初設計手法の妥当性を検討するため、逆解析において見直しを行った側圧係数等の物性値を用いて、前述の当初設計手法により再度計算を行った。この結果を、表-4に示す。

表-4 見直し後の最大変位および最大モーメント

	山 側		谷 側	
	実測値	見直し後	実測値	見直し後2
$\delta_{max}(cm)$	2.12	2.78	2.11	1.12
$M_{max}(kNm/m)$	967.9	1186.0	1127.8	969.8

この結果から、山側については逆解析により仮定した物性値を使用した場合から見ても、安全側の設計となること、変形モードが実測値を十分に再現できていることより、設計手法として適用可能な範囲であると考えられる。谷側については、当初設計手法によると

表-5 実測値と設計手法による再計算の変形誤差

変形誤差 (%)	山 側		谷 側		
	当初設計	見直し後	当初設計1	見直し後1	見直し後2
4次掘削時	178.0	54.7	23.4	22.9	31.0
5次掘削時	95.3	45.1	24.9	20.5	29.2
6次掘削時	89.8	37.0	12.6	23.6	36.4
7次掘削時	93.2	34.7	9.8	19.2	30.4

* 谷側については、1…プレロードなし、2…プレロードあり

変形と断面力が実測値より小さく算出され、実際の挙動とは異なる結果となった。これは実測では、土留上部において山側からの側圧の影響を受けているが、土留の深い位置においてはこの影響が少なくなっている。これに対して、解析上は山側からの偏圧の影響はプレロード荷重として全切梁に対して作用させているため実測値のような効果を反映できない。このようなことが、実測値と設計値の差異の主要因と考えられる。(表-5)

谷側については山側からの側圧の手法により、土留壁上部の変形モードは再現可能とはなるが、全体に変位が小さく算出されることが問題となる。したがって、通常の土留解析(プレロードを考慮しない解析)により設計を行い、計測により挙動を把握し、安全を確認しながら施工する事が適当と考えられる。

6. まとめ

本工事のように大きな偏土圧が作用する土留壁の設計において、山側について今回適用した設計手法は、安全側設計との立場から十分に適用可能な手法であると考えられる。ただし、谷側については地盤強度に起因するところが多く、背面への影響等十分に余裕のある設計を行っておく必要がある。今後の課題としては、現在提案されている左右一体とした解析方法との比較を含めた設計手法の検証を行い、特に谷側について見直しを行う必要がある。

最後に当工事の計画、施工にあたりご指導を頂いた皆様に御礼を申し上げます。