

# 急傾斜地における大規模山留工の設計と計測

名古屋市高速道路公社 建設部工事第2課 北川 昭彦  
熊谷・若築・矢作建設工事共同企業体 山田 徹  
㈱熊谷組 土木本部 土木設計部 緒方 明彦  
〃 蓮池 康志  
〃 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、山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

通常山留解析は、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山留は、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山側山留壁の変形は、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山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次掘削以降では、山留壁上部で左右の変形の差が顕著となり、深くなるにしたがって変位量や変形形状など左右の差がほとんど見られない。

山側の変形より谷側の変形が小さい左右非対称の挙動を示し、山側の実測値は、設計値に対して最大変位で最終掘削時

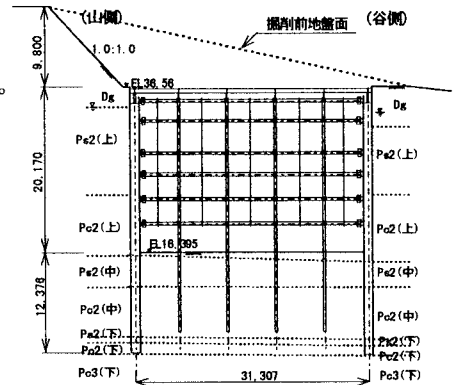


図-1 標準断面

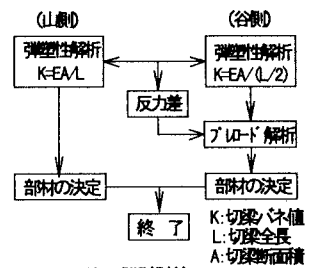


図-2 設計計算フロー

表-1 実測値と当初設計値比較(7次掘削時)

|                     | 山 側   |        | 谷 側    |        |
|---------------------|-------|--------|--------|--------|
|                     | 実測値   | 当初設計値  | 実測値    | 当初設計値  |
| $\delta_{max}$ (cm) | 1.96  | 4.38   | 2.00   | 1.53   |
| $M_{max}$ (tf/m)    | 98.70 | 187.13 | 115.00 | 106.62 |

表-2 切梁反力

| 最大切梁反力 | 実測値<br>(tf/m) | 山側設計値<br>(tf/m) |
|--------|---------------|-----------------|
| 1段目    | 15.16         | 27.26           |
| 2段目    | 14.99         | 29.03           |
| 3段目    | 26.11         | 31.65           |
| 4段目    | 19.37         | 50.16           |
| 5段目    | 21.88         | 55.88           |
| 6段目    | 7.60          | 37.92           |

45%、発生断面力で53%、切梁軸力は20%～83%と小さな値であった。(表1,2) 谷側の発生断面力は当初設計値より大きくなったが、背面への影響を押えることを目的として、山側と同様の壁厚を使用しているため、耐力的には問題はなかった。

#### 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。

以下のパラメーターによりフィッティングを行うこととした。

「地盤バネ」—掘削面以下の地盤バネの変更

「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、側圧係数を小さくする。(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、表-3に示すように山留変形の実測値に対して再現性が良好で、実測値と逆解析結果との変形差が10%程度と、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

設計計算手法の妥当性を判断する上で、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、当初設定した設計手法による再計算を行った。この結果を、図-4、表-4,5に示す。

山側については、安全側設計の考え方からすると設計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、変形も断面力も実測値よりも小さく算出され、実際の挙動とは異なる結果となった。これは実際には山留上部では偏圧の影響を受けているが、深くなるにしたがって影響が少なくなっている、このことが解析値と実測値の差異の主な要因と考えられる。

#### 6. まとめ

本工事のような大きな偏土圧が作用する山留において、今回適用した山留設計手法は、設計値の余裕を考えた場合十分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、背面への影響を考慮して十分な余裕のある設計が必要である。今後の課題として、谷側が実挙動に近い変形モードとなるよう、さらに設計手法の検討を行っていく必要があると考える。

最後に当工事の計画、施工にあたりご指導を頂いた方々に御礼を申し上げます。

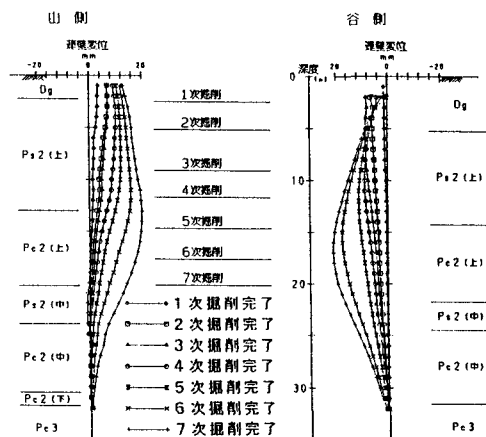


図-3 実測値 (山留変形)

表-3 実測値と逆解析との変形差

| (%)   | 山側  | 谷側   |
|-------|-----|------|
| 4次掘削時 | 7.3 | 3.1  |
| 5次掘削時 | 4.8 | 6.4  |
| 6次掘削時 | 4.1 | 13.0 |
| 7次掘削時 | 8.5 | 6.2  |

表-4 見直し後1(7次掘削時)

|                   | 山側     | 谷側    |
|-------------------|--------|-------|
| $\delta$ max (cm) | 2.78   | 1.12  |
| Mmax (tf/m)       | 120.94 | 98.89 |

表-5 見直し後2  
(7次掘削時)

| 切梁反力 (tf/m) |       |
|-------------|-------|
| 1段目         | 22.52 |
| 2段目         | 23.69 |
| 3段目         | 23.48 |
| 4段目         | 36.59 |
| 5段目         | 42.52 |
| 6段目         | 26.96 |

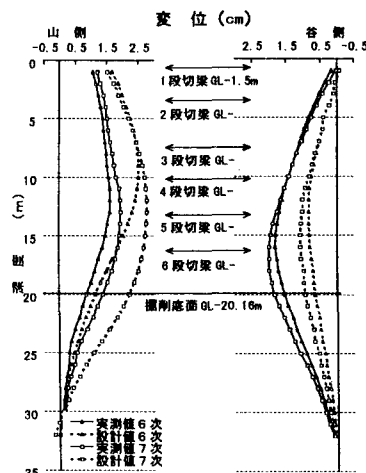


図-4 見直し後計算結果