

切土補強土工法を用いた竹割型掘削の現場計測（その１）

—現場計測—

日本道路公団 試験研究所 ○ 正会員 佐藤 亜樹男 正会員 田山 聡 正会員 竹本 将
日本道路公団 清水工事事務所 田中 一 谷口 滋紀

1. まえがき

JHでは、切土補強土工法に関して1998年10月に「切土補強土工法設計・施工要領」を制定している。しかし、斜面に竹割型の掘削を行う場合の力学的安定性（ア・チ効果）については、解析を用いての検討¹⁾は行ったが、実施工を踏まえた実証的な確認を行っていないため設計上反映するには至っていない。そこで、竹割型掘削における地山および各構造部材の挙動の把握をし、合理的な設計施工法の確立を目的として現場計測を伴う試験施工を行った。試験施工では、地中・地表変位、アンカーの軸力、補強材の軸力、鉄筋の応力、コンクリートの応力について現場計測を行うとともに、FEM3次元弾性解析により再現を行い、解析による構造物の効果を把握し設計の見直しを行った。本報分は、現場計測結果の分析とFEM解析との比較について述べるものである。

2. 試験施工の概要

試験施工箇所の地形は、標高150m程度の急傾斜な（斜度38°）山岳地で、地質は、新第三紀浜石岳層群中河内累層の堆積岩を主体とし、

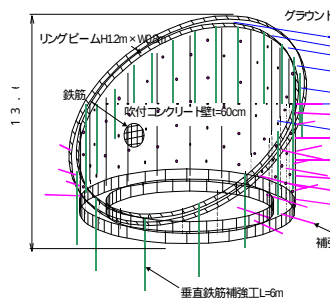


図-1 構造諸元概略断面図

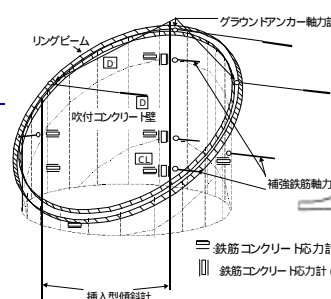


図-2 計測工配置図

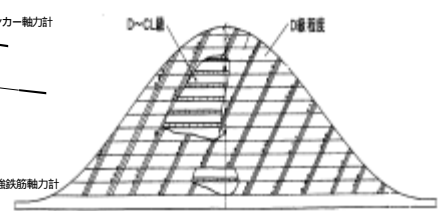


図-3 掘削後の地質展開図

これら覆う第四紀の未固結堆積物からなっている。図-1に竹割型掘削の構造諸元を示す。掘削深度は最大高さ13.6m、掘削勾配は鉛直とし、アンカーは設計荷重の980kNに対し初期緊張力を156.9kNとした。また現場計測は、図-2に示すとおり、地表変位を光波測量、地中変位を挿入型傾斜計、グラウンドアンカーおよび水平補強材は軸力計を設置し、吹付コンクリート壁の鉄筋およびコンクリートについては応力計を設置しそれぞれ行った。また、掘削後の地質区分は図-3に示すとおりほとんどがD級程度の岩であった。

3. 現場計測結果

3.1. 地表変位および地中変位

光波測量による地表変位および孔内傾斜計による地中変位の分布を図-4に示す。沈下については、変位量が他の変位と比べて大きい。これは土圧の影響よりリングビーム、吹付コンクリート壁の自重による影響が大きいと考えられる。孔内傾斜計による最大掘削位置の地中変位は、後側（山側）に変位しているのに対し、解析では前側（谷側）変位と異なる分布となった。FEM解析の地質区分は土質調査結果によるものであるが、図-3に示すように実際の施工ではほとんどがD級程度の岩であった。このため、竹割側壁部が掘削側に変位し竹割背部が山側に変位したものと考えられる。

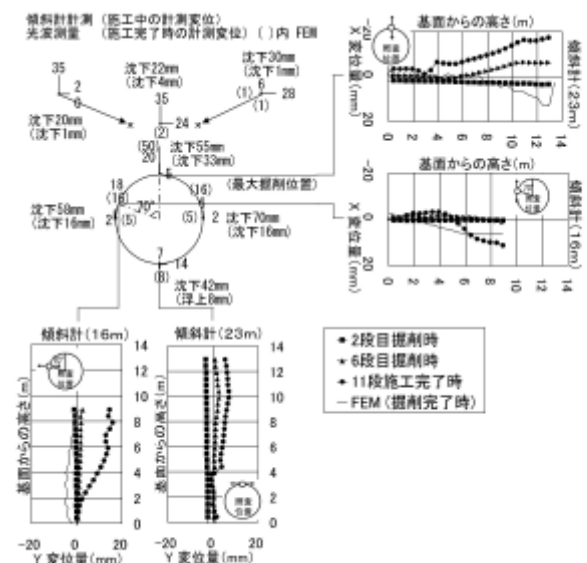


図-4 地表地中変位の計測値とFEM解析との比較

キ・ワ・ド：切土補強土工法，円形掘削，現場計測

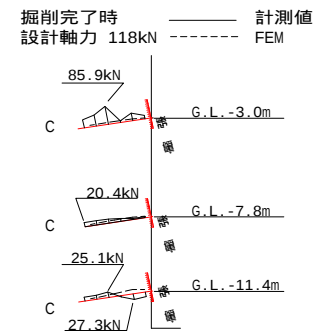
連絡先：日本道路公団 試験研究所 東京都町田市忠生 1-4-1 TEL:042-791-1621 FAX:042-791-2380

3.2. グラウンドアンカーの軸力

初期緊張力から増加した引張力は、58.8kN～156.9kN と設計荷重 980kN に対して小さく、FEM 解析でもほぼ同じような増加傾向であった。これは、地表変位が山側に変位していることから、沈下による引張力が大きいと増加したと考えられる。

3.3. 補強材の軸力

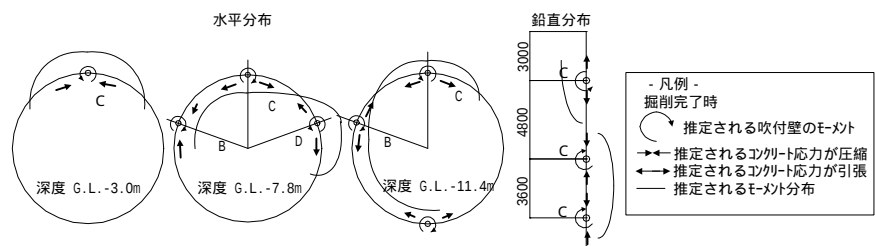
補強材の掘削完了時の軸力を図—5 に示す。設計軸力が 118kN に対し、上部補強材の軸力で 85.9kN 程度の軸力が生じているものの、中、下部補強材の軸力は 25kN 程度と非常に小さい。また、補強材中央部は引張りが作用しているが頭部に近くなると圧縮に移行している。これは、吹付壁と地盤をすべり面とすると補強材の角度 β が 90° 以上となるため沈下による曲げと圧縮力が働いていると考えられる。しかし、FEM 解析上では引張りが作用する結果となった。これは、地中変位と同様に地質区分の相違によるものと考えられる。



図—5 補強材軸力の計測値と FEM 結果との比較

3.4. 吹付コンクリートと鉄筋応力

吹付コンクリートの応力は、軸方向で圧縮側に $0.08\text{kN/mm}^2 \sim 0.5\text{kN/mm}^2$ 、周方向も圧縮側に 0.4kN/mm^2 程度で、鉄筋応力も軸・周方向ともほとんどが圧縮側



図—6 吹付コンクリートと鉄筋の計測値

で $5\text{kN/mm}^2 \sim 45\text{kN/mm}^2$ 程度と非常に小さい値であった。また、曲げモーメントは図—6 に示すおり傾斜計の変位モードと概ね一致している。

4. 施工時の構造部材の挙動に関する考察

今回の現場計測結果、FEM 解析から得られた竹割型掘削の地山および各構造部材の挙動を概説すると次のようになる。

地表・地中の変位モードは、計測、解析とも竹割側壁部が掘削側に変位し竹割背部に変位する楕円の変形傾向にある。また、水平変位より沈下が大きいため、土圧より吹付コンクリート壁の自重による影響が大きいと考えられる。

アンカーの軸力が設計アンカー力に比べ約 20%～30%と小さいことから、掘削前に地表面で剛性の高いリングを形成することで掘削上部の変位を抑制していると考えられる。

当初設計で、水平の補強鉄筋は壁の沈下に対して引張力で抵抗する部材として考えていたが、吹付コンクリート壁のコンクリート応力、鉄筋応力が非常に小さいことから、実際は地山と一体になって変形を抑制し吹付コンクリート壁に作用する土圧を軽減していると考えられる。また、掘削下面の比較的硬質な C Ⅱ 級岩盤では軸力が小さい。

地山変位の沈下が最も大きいこと、また切土補強土の地山変形抑制効果による吹付コンクリート壁のコンクリート応力、鉄筋応力が非常に小さいことから、壁厚を薄くすることで地山の変形を抑制できると思われる。

5. まとめ

今回の試験施工で現場計測の地山変位、構造部材の軸力分布の分析と FEM 解析との比較し、変位モードの傾向がほぼ同じであることが確認できた。今後、試験施工の竹割型掘削で FEM 解析による構造部材の検討をし、今後着手予定の竹割型掘削の最適化設計を行う予定である。

参考文献；1) 永吉他：地山補強土工法を用いた竹割掘削の解析、地盤工学会第 33 回研究発表会