

スキューズイング地山における中央導坑先進工法の効果について

(株) 福田組 正会員 ○若月 和人

〃 正会員 桜沢 雅志

新潟県村上土木事務所 瀬賀 富幸

〃 佐藤 起一

1. はじめに

これまで、膨張性地山で掘削に難渋したトンネルにおいて、中央導坑先進工法が採用され効果をあげてきている。一般に中央導坑には“いなし効果”があるとされているが、その効果の実態はいまだに明らかにされていない。

一般国道 345 号瀬波トンネルでは、地山（低強度泥岩）のせん断破壊に伴う塑性流動(squeezing)に起因すると思われる極めて大きな変位が発生したため、150m にわたる区間で中央導坑先進工法を実施した¹⁾。本報告は、ここで得られた計測結果をもとに、中央導坑先進工法の効果について考察を加えたものである。

2. 施工概要

地質は第三紀中新世寺泊層の泥岩が主体である。地山強度は、一軸圧縮強度で $q_u=0.59\text{MPa}$ （平均）と非常に小さく、自然含水比が 20～40% と高いことも特徴的である。また、切羽では多数の鏡肌も認められる。

最終変位および初期変位速度（切羽進行 1D 時の変位）のプロットを図-1 に示す。ショートベンチカット工法で施工していたが、トンネル断面全体の著しい沈下が発生し、特に No.176～177 では、初期沈下速度は最大 80mm/day、最終沈下量は最大 850mm に達した。また、支保工にも極めて大きな応力が発生したことから、掘削工法を根本的に見直す必要に迫られ、膨張性地山で実績のある中央導坑先進工法を採用した。その後、No.183 付近から地質の性状が好転し、最終変位量も 200mm 程度となったことから、No.184+13 以降では、ショートベンチカット工法に戻した。

3. 計測概要

中央導坑先進工法の実施に伴い、通常の A 計測とあわせて、中央導坑の効果を把握する目的で B 計測を実施した。B 計測のうち、地中変位計の設置位置を図-2 に示す。

4. 施工結果

4.1. 切羽の安定性

ショートベンチカット区間では、鏡吹付けコンクリート ($t=15\text{cm}$) および長尺鏡ボルト

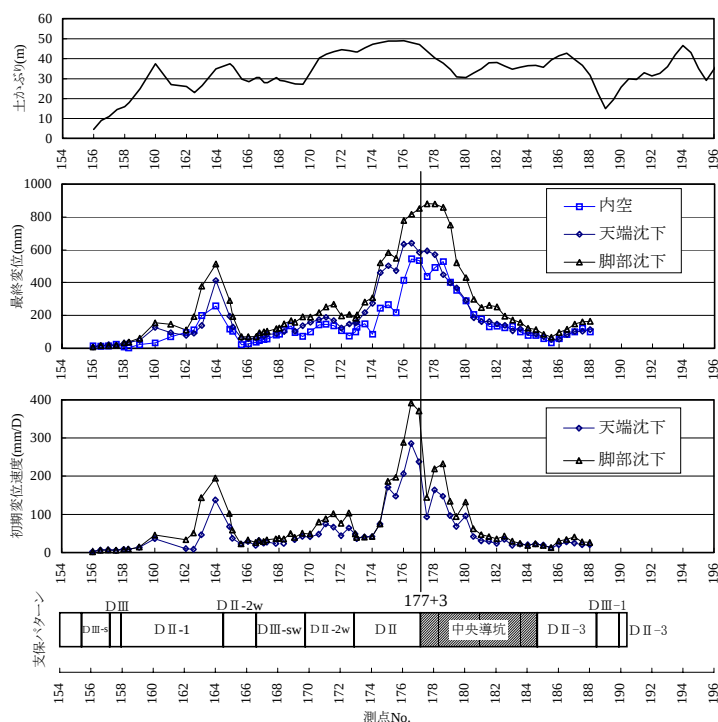
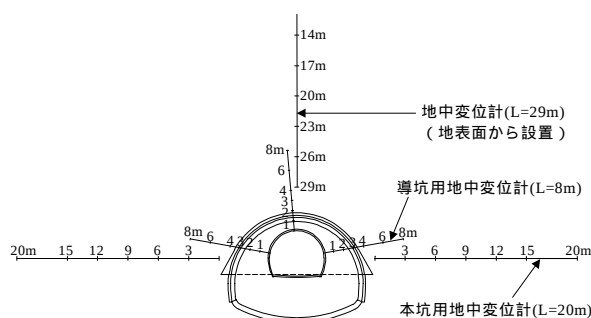


図-1 最終変位と初期変位速度のトンネル軸方向分布

キーワード：トンネル、寺泊層泥岩、スキューズイング、中央導坑先進工法

連絡先：〒951-8061 新潟市西堀通 2 番町 778 西堀シャルム TEL：025-227-3531 FAX：025-227-3522

($L=15\text{m}$, $n=34$ 本/切羽)を用いても切羽の自立確保が不十分であった。中央導坑採用後は、何ら対策をせずとも切羽は完全に自立し、切羽安定性に対する効果は極めて高く、切羽前方地山を3次元的に拘束する効果があったと考えられる。

4.2. A 計測結果

中央導坑先進工法の開始断面(No.177+3)前後に着目すると、脚部沈下の最終変位量は実施前後で明確な差が見られない。一方、初期変位速度は、開始直前(No.176 ~ 177+3)で $300 \sim 400\text{mm/D}$ に対して、中央導坑開始後(No.177+3 ~ 178)では $130 \sim 230\text{mm/D}$ と低減されている。

脚部沈下の初期変位速度と最終変位の関係を図-3 に示す。ショートベンチカット区間と中央導坑区間を比較すると、初期変位速度と最終変位量は、両対数上でほぼ直線で近似できるが、中央導坑区間が左側にシフトした分布となっている。

これより、中央導坑の実施により初期変位速度は低減されたが、最終変位量は同程度発生していることがわかる。これは、ショートベンチカット区間ではベンチ長を短くして、上半切羽から $25 \sim 35\text{m}$ でインバート閉合されているのに対して、中央導坑区間では $50 \sim 60\text{m}$ と長くなっていること、ショートベンチカット区間では切羽が不安定でたびたび切羽の崩壊が発生したのに対して、中央導坑区間では切羽の安定性が向上したこと、が主な原因であると考えられる。一方、これまでの施工経緯から、長期間の休止後は大きな変位が発生することが多く、今回も休止後の掘削再開であるが、休止前と同程度の最終変位に抑えられたとも考えられる。

4.3. B 計測結果

中央導坑掘削後の地中変位計測結果を図-4 に示す。導坑の側壁から $2 \sim 3\text{m}$ の位置で不連続な挙動が見られるが、その値は $1 \sim 3\text{mm}$ 程度であり、本坑掘削時の $400 \sim 500\text{mm}$ の変位と比較すれば、極めて小さい。この計測結果をもとに、2次元弾塑性解析により求めた塑性ひずみ分布を図-5 に示す。導坑の底盤部と側壁部で塑性域が発生しているが、その範囲は 1m 程度と狭い。

中央導坑の効果については、導坑掘削により地山に先行変位を発生させることで本坑切り上げ時の変位発生量が小さくなる、という考え方があるが、今回の計測結果では、導坑掘削による地山の緩みはわずかであり、地山に先行変位を発生させる効果は小さかったと考えられる。

5 . おわりに

中央導坑先進工法の実施に伴う計測結果および数値解析結果から以下のような結論を得た。

- 中央導坑による切羽の安定に対する効果は極めて高い。
- 中央導坑先進工法の実施により、初期変位速度が低減された。
- 中央導坑の掘削に伴う地山の緩みはわずかであった。

現状では、中央導坑先進工法の作用効果を明らかにするところまでは至っていないが、今回の計測結果を詳しく照査し、低強度軟岩地山における効果的な施工に寄与できればと考えている。

参考文献

- 佐藤起一・松田健・若月和人：低強度寺泊層泥岩の変形対策，トンネルと地下，vol.31，no.2，pp.15-21，2000.2

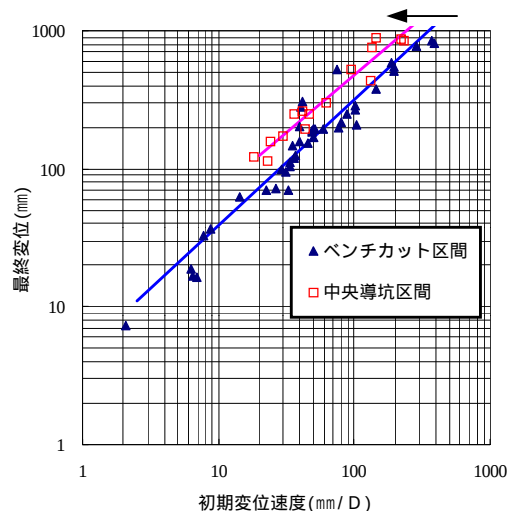


図-3 初期変位速度と最終変位(脚部沈下)

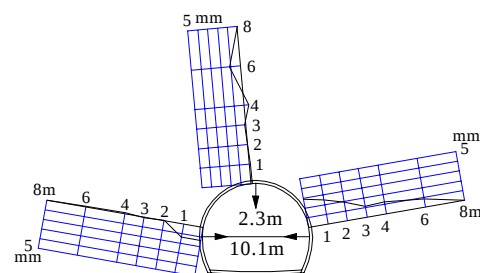


図-4 導坑掘削後の地中変位分布(No.179+8)

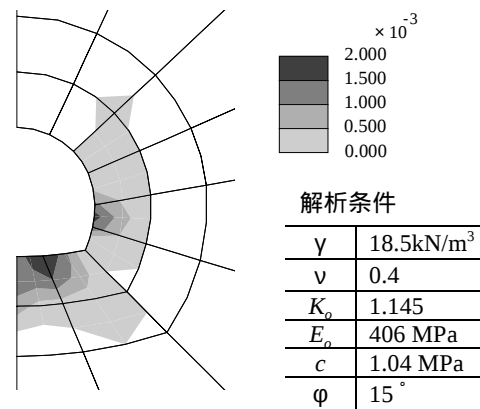


図-5 塑性ひずみ分布