

Ⅲ - B116

扁平大断面トンネルの挙動特性

清水建設土木本部技術第二部 正会員 垣見 康介
 岩手県大船渡土木事務所 佐野 孝
 清水建設東北支店 正会員 岩根 保男
 清水建設東北支店 正会員 今野 得郎

1. はじめに

トンネルの設計、施工技術の高度化に伴い、第二東名神高速道路に代表されるように、扁平大断面トンネルが計画され、施工されるようになった。力学的に不利とされる扁平断面トンネルでは、トンネル構造体および周辺地山の挙動特性をより詳細に把握することにより合理的なトンネル施工が可能になる。

本文では、一般国道 107 号の白石トンネル築造工事での計測結果をもとに、扁平大断面トンネルの挙動特性について述べる。

2. 工事概要

白石トンネルは北上山地南部の標高 450～650m の山地部に位置し、トンネル部分の土被りは 50～100m である。計画地には輝緑凝灰岩が分布しており、地山の弾性波速度は 3.3～5.0km/sec、岩石の一軸圧縮強度は 100MPa 程度であるが、トンネル位置は割れ目の発達した亀裂性岩盤で形成されている。

図 1 に示すように、当工事は昭和 42 年に供用開始された既設トンネルの坑口を約 45m 移設し、新設トンネルを接続する工事である。接続後の約 79m の区間は、防護プロテクターにより一般車両の通行を確保しながら拡幅施工した。

施工方法は機械掘削による上半先進 NATM である。接続部では図 2 のⅠ→Ⅱ→Ⅲの順に掘削し、Ⅱ部の支保工設置まではⅠ部の支保工を仮設支保工にて仮受けした。切拡げ基地の設置後はⅠ、Ⅱを同時に掘削した。

拡幅後の内空断面積は最も大きい区間で約 150m²、内空縦横比は 0.47 である。支保構造は図 2 に示すとおりである。

3. 計測計画

計測の実施にあたり、既設トンネルへの掘削影響、トンネル構造の安定性および周辺地山の挙動特性を把握するため、図 1 に示した①～⑥を計測断面とした。各計測断面での計測項目は表 1 のとおりである。

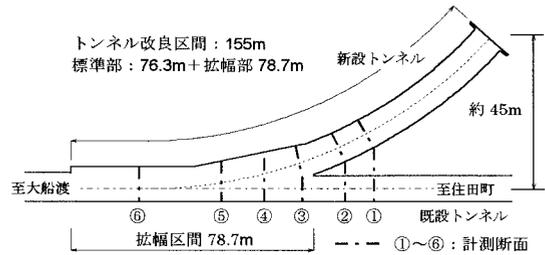


図 1 白石トンネル平面図

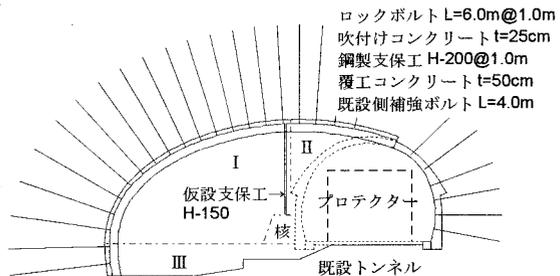


図 2 支保構造図

表 1 各計測断面での計測項目

計測項目	計測断面					
	①	②	③	④	⑤	⑥
壁面変位 (三次元計測)	← 7 断面 →					
ロックボルト軸力	○	○	○	○	○	○
地中内変位	○	○	○			
吹付けコンクリート応力		○	○			
鋼製支保工応力			○			

キーワード：扁平、大断面、挙動特性、計測、交差部

連絡先：〒105-07 東京都港区芝浦 1-2-3 シーバンス S 館 TEL：03-5441-0567 FAX：03-5441-0515

4. 計測結果

代表的な計測断面③での計測結果とこれより得られたトンネル挙動特性は以下の通りである。

壁面変位量は最大 18mm であり、拡幅側の側壁部から天端部へかけて内空側へほぼ水平方向の変位が卓越した（図 3）。地中内変位は掘削面から 4~6m の範囲に大きく発生した（図 4）。また、ロックボルト軸力は掘削面から 3m 程度において 6~12tf のピークとなり、4~5m までに軸力が発生した（図 5）。吹付けコンクリートにはアーチ部、側壁部ともに 1.5MPa 程度の圧縮応力が発生した。鋼製支保工には、既設トンネル接続部と脚部では内空側に圧縮力、肩部では内空側に引張力が生じた（図 6）。一方、I と II を同時に掘削した区間ではトンネル形状は異なるが、側壁部が内空側に押し出され、肩部から天端にかけては上方に変位し、③断面と異なる挙動特性を示す（図 7）。

当工事は既に掘削を完了しており、計測値も収束している。最終的なロックボルト軸力、地中内変位分布から、掘削影響範囲はトンネル天端部で掘削面から 4~8m 程度であるといえる。これは内空断面積（約 150m²）の等価直径 D を 14m とすると、0.3~0.6D に相当する。また、掘削影響は拡幅側に現れ、既設トンネル側ではほとんどみられない。

5. まとめ

計測結果から、本トンネルでは、鋼製支保工は吹付けコンクリートと地山によって拘束されながら片持ちばりのような曲げ部材として作用し、他の支保部材と一体となってトンネル支保構造を形成したと考える。また、この支保構造によって周辺地山は弱非弾性挙動の範囲で安定したと考える。

以上の結果は扁平断面の片側のみの応力再配分の影響による挙動であり、新規に扁平断面を掘削する場合とは直接的には比較できないが、今回の計測結果から、適切な支保と、施工プロセスの選定によって周辺地山の耐力を生かしてトンネルを安定化できることがわかった。

今後は、施工プロセスも含めて今回の計測結果を数値解析によってシミュレートすることにより、今後計画されている扁平超大断面トンネルの合理的な設計、施工に資するデータを蓄積していきたい。

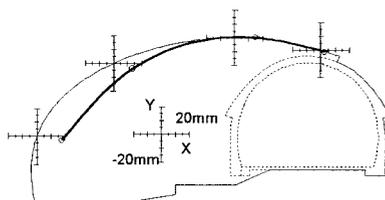


図 3 壁面変位分布図（③断面）

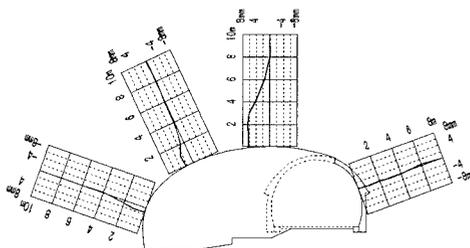


図 4 地中内変位分布図（③断面）

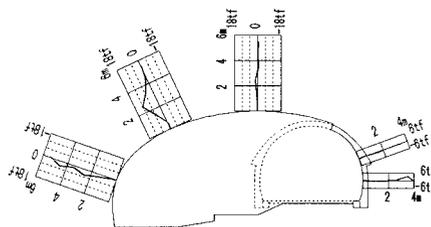
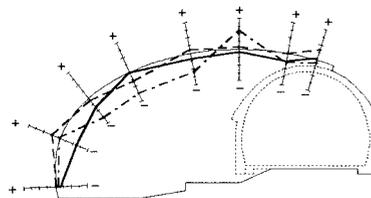


図 5 ロックボルト軸力分布図（③断面）



— 吹付けコンクリート応力 20(tf/tf-m), 2(MPa)
 - - - 支保工モーメント 0(tf/tf-m), 0(MPa)
 - - - 支保工軸力 -20(tf/tf-m), -2(MPa)

図 6 吹付けコンクリート応力、支保工軸力、モーメント分布図（③断面）

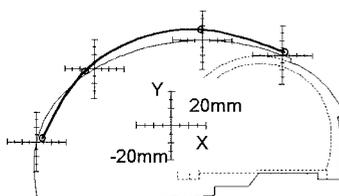


図 7 壁面変位分布図（⑤断面）