

Ⅲ-B19

交差トンネルの模型実験による地山挙動

(株) 地崎工業	正会員	折谷 弘之
(株) 地崎工業	正会員	河村 巧
北海道開発局開発土木研究所	正会員	中井 健司
北海道大学工学部	フェロー	三上 隆
(株) エーティック		江渡 享千郎

1. はじめに

我国の地下空間の利用は国土の高度利用の需要にあいまって増加する傾向にあり、トンネルの交差・合流などの複雑な条件下での工事も増加している。本研究では、トンネル合流部を模型により再現し、切羽進行および鉛直方向応力の増加に伴うトンネル断面の破壊過程とトンネル周辺地山の変位性状を確認し、また、FEM解析の結果と比較した。

2. 実験概要

2.1 実験装置および実験方法

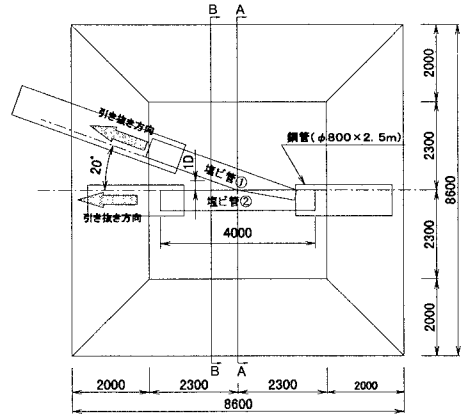
供試体には図1に示すような高さ2m、天端面4.6m×4.6mの盛土を用い、あらかじめ埋設した塩ビ管を引き抜きトンネル掘削の代行とした。塩ビ管引き抜き完了後、盛土天端にウェイトを載せて鉛直荷重を増加させた。盛土はシルト質を主体とした土に自然砂を全体の15%程度混入し、1層30cmで振動ローラーにより転圧した。

表1 実験手順

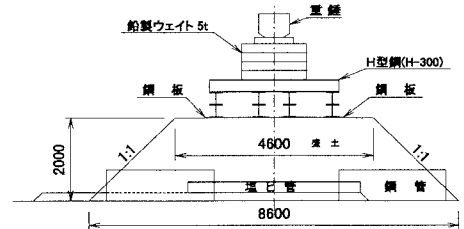
実験手順	荷重増分 (tf)	荷重合計 (tf)
初期載荷		
0点調整		1.628
初期載荷(静的計測)	3.3	4.928
動的計測開始		
掘削		
塩ビ管①(新設)引き抜き		
塩ビ管②(既設)引き抜き		
再載荷		
10tウェイト載荷	10	14.928
5tウェイト載荷	5	19.928
5tウェイト載荷	5	24.928
10t重錘載荷	10	34.928

2.2 計測方法

地山変位および応力挙動は、図2に示すように、あらかじめ盛土内に配置し埋設した土圧計とアクリル製変位計により計測した。計測断面は交差開始部のA断面とトンネル間距離が25cm (0.5D)となるB断面の



(a)平面図



(b)側面図

図1 実験装置概要図

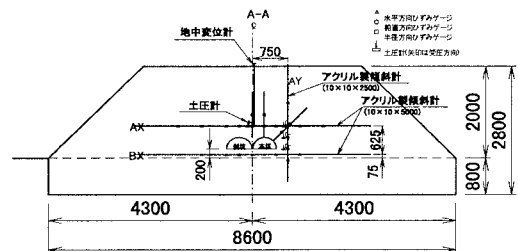


図2 計器配置図(A断面)

KEYWORD 交差トンネル 模型実験

連絡先 住所 〒064-8588 札幌市中央区南4条西7丁目 TEL 011-511-8114 FAX 011-511-2660

2 断面で計測した。トンネル内の変形・破壊状況は、観察用鋼管内からビデオ撮影により観察した。また、切羽進行（掘削）位置を把握するため、塩ビ管引抜き変位をワイヤージージにより計測した。初期載荷試験では静的計測、掘削および再載荷試験では0.2秒間隔の動的計測を行った。

3. 実験結果と考察

3.1 トンネル変形・破壊形態

(1) 塩ビ管引抜き（掘削）段階

斜坑掘削時ではピラー部で少し剥離が見られたが坑壁はきれいに残っていた。本坑掘削開始後、切羽が60～70cm程度進行したところで天端が剥落し、その後切羽進行に伴って引き続き天端の剥落が続いた。ただしA断面から分岐側の天端はきれいに残っていた。（図3(a)）

(2) 再載荷段階

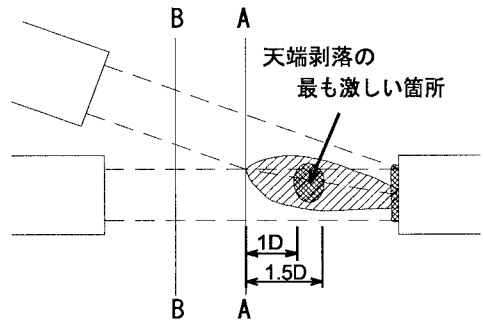
再載荷中での挙動は、天端付近での剥落が進み、平面的にも範囲が広がっている。また、本坑・斜坑それぞれ独立した部分においてはトンネル断面の脚部の破壊が生じてきた。

(3) 最終形状

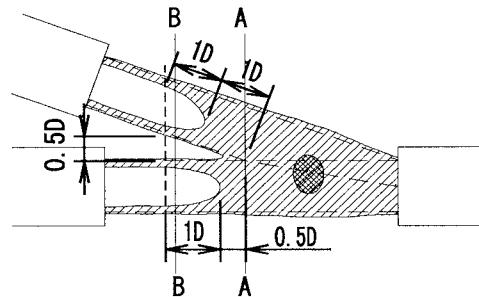
最終的な破壊状況は、A断面から0.5～1.5D程度離れた断面で最も剥落が多く、天端では1D程度剥落していた。また、天端の剥落は、斜坑ではA断面から1D付近まで、本坑ではA断面から0.5D付近まで見られたが、そこから互いのトンネルが離れるにつれて天端の剥落はなくなり、脚部の破壊へと移行している。（図3(b)）

3.2 計測結果とFEM解析結果との比較

トンネル上部に設置した水平方向傾斜計XAのひずみから変位を計算した結果を図4(a)に示す。また、このときのFEM解析の結果を図4(b)に示す。FEM解析と実測値では値こそ違うが全体の傾向としてはほぼ一致している。

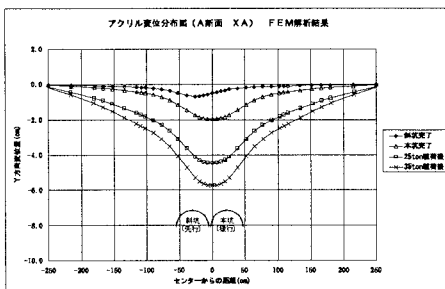


(a)掘削完了時の状況

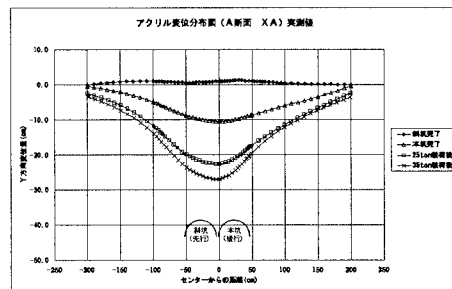


(b)最終段階での状況

図3 平面的な破壊状況



(a)計測結果より算出した変位量



(b)FEM 解析結果による変位量

図4 変位量の比較（A断面）

参考文献

- 1) 湯浅浩介、三上隆、中井健司、杉浦高広：トンネル掘削時の地山挙動に関する実験的考察、土木学会北海道支部 論文報告集 第54号(A) pp.348～351 1997