

Ⅲ－B98 プレライニング工法におけるコンクリートの硬化過程を考慮した弾性係数の検討

山口大学（学）○岡部 正（正） 中川浩二
ハザマ（正） 寺内 伸（正） 前田信行

1. はじめに

今回対象とするプレライニング工法は湾曲したチェーンカッターを用いてスリットを切削し、即時に急硬性コンクリートを充填することによって連続したコンクリートシェル（以下スリットコンクリートという）を構築し、事前に地山を防護する工法（以下 New PLS 工法：本工法という）である。図-1 に工法概要図を示す。本工法は軟質な地山におけるトンネル掘削において地山を安定化させる先受け効果を期待するものである。しかし先受け効果が3次元的なものであることや計測の困難さなどにより、本工法の先受け機構についてはいまだ十分に解明されていないのが現状である¹⁾。

そこで筆者らは本工法の設計手法の確立を目的とした検討の一貫として、3次元解析を中心とした数値解析を行っている（図-2 参照）。本報告では主に図中のSTEP1におけるスリットコンクリートの硬化過程を考慮した解析について述べるものとする。

2. 解析方法および解析条件

スリットコンクリートは図-1 に示すように、切羽外周に沿って左脚部から天端を経由して右脚部へとチェーンカッターにより地山を掘削し、スリットコンクリートを即時充填することにより構築される。このため厳密には、数値解析において、スリットコンクリートの施工過程、硬化過程を考慮した解析を行うべきであるが非常に煩雑な解析となり、計算時間も膨大なものとなり実用的ではない。そこでスリットコンクリートの硬化過程を考慮した3次元数値解析（逐次評価解析）とスリットコンクリートを一様な材料とした3次元数値解析（一括評価解析）とを行い、スリットコンクリートの硬化過程を考慮した見かけ上の弾性係数（等価弾性係数）を求めるものとする²⁾。なお解析手法は市販の解析コードであるFLAC3D（Fast Lagrangian Analysis of Continua, ITASCA社製）³⁾を使用した。解析モデルを図-3 に示す。

ここで本工法は土被りの浅い軟質な地山に対して効果を発揮する工法と考えられることから、解析対象トンネルは直径

キーワード：プレライニング，逐次評価解析，一括評価解析

連絡先：〒755-8611 宇部市常盤台2557 山口大学工学部（電話）0836-22-9722（FAX）0836-35-9429

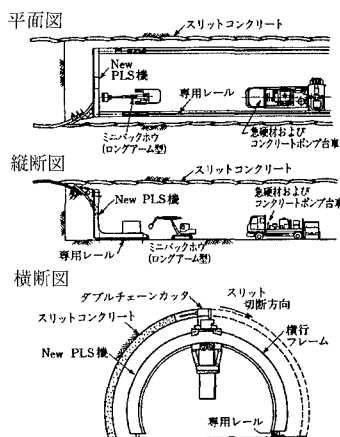


図-1 工法概要図

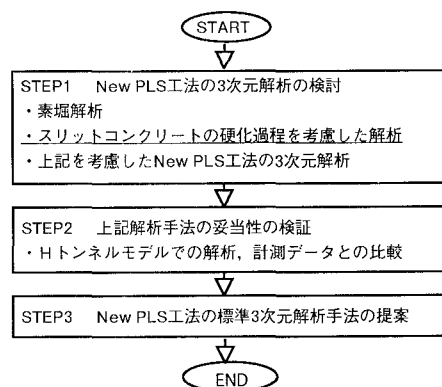


図-2 3次元解析による本工法の解析検討の流れ

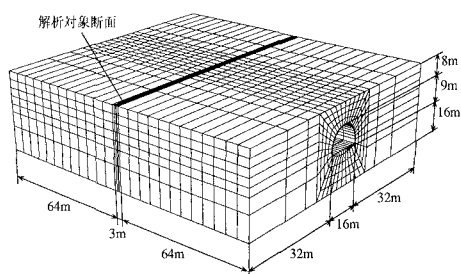


図-3 解析モデル

16mの大断面、土被りはトンネル直径の1/2(8m)とした。地山の物性値は表-1に示すような値とした。スリットコンクリートの硬化過程については、スリットコンクリートの施工されるべき地山部分を8個のブロックに分け、左脚部のブロックから天端のブロックを通り、右脚部のブロックへとコンクリート充填を順次繰り返すことによってモデル化した（図-4参照）。逐次評価解析で用いた物性値を表-2に示す。この値は別途実施した実験結果を参考にして決定した。なおすべてのケースについて、単位体積重量は 2.35t/m^3 、ポアソン比は0.2とした。またスリットコンクリートの先受け長は2m、厚さは40cmとした。具体的な解析方法は図-5にそのフローを示した。すなわち逐次評価解析結果と一括評価解析結果について、内部地山掘削後の天端沈下量、地表面沈下量を比較し、両者がほぼ同一となるまでスリットコンクリートの弾性係数をパラメータとした一括評価解析を繰り返し、等価弾性係数を求めるものである。

表-1 地山物性値

単位体積重量 $\gamma (\text{t/m}^3)$	1.55
弾性係数 $E(\text{MPa})$	3.92×10^3
ポアソン比 ν	0.3

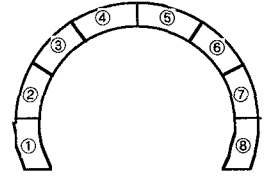


図-4 スリット分割図

表-2 逐次評価の弾性係数

解析 step (図-4に対応)	弾性係数 $E(\text{MPa})$
①	5.39×10^3
②	7.05×10^3
③	7.84×10^3
④	9.31×10^3
⑤	9.40×10^3
⑥	9.51×10^3
⑦	9.56×10^3
⑧	9.60×10^3
⑧掘削後経過時間	
1h	9.80×10^3
2h	9.81×10^3
3h	9.82×10^3
4h	9.83×10^3

3. 解析結果とまとめ

逐次評価解析および一括評価解析における地山掘削後の天端沈下量、地表面沈下量を表-3に示す。その結果、逐次評価解析における天端沈下量、地表面沈下量はそれぞれ1.8mm、1.01mmとなった。その結果に対して一括評価結果をそれぞれ比較してみると、天端沈下量、地表面沈下量ともに逐次評価解析結果にほぼ同一な値となる一括評価解析結果は弾性係数は $9.4 \times 10^3 \text{MPa}$ のケースであった。これは逐次評価解析における⑤ブロックのスリットコンクリートの弾性係数にほぼ等しい値である。⑤ブロックは施工ステップのほぼ中間に位置し、そのことからほぼ妥当な結果であったと考えられる。今後は本工法の設計手法の確立に向け、更に検討を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 亀岡美友，指田健次：New PLS 工法の開発（新ブレイニングサポート工法），土木学会誌，Vol.77，No.9，pp.20～22，1992.9.
- 2) New PLS 工法研究会：New PLS 工法設計指針（案）解析資料編その3.
- 3) FLAC Version 3.3 manual, Volume IV, ITASCA, 1995.

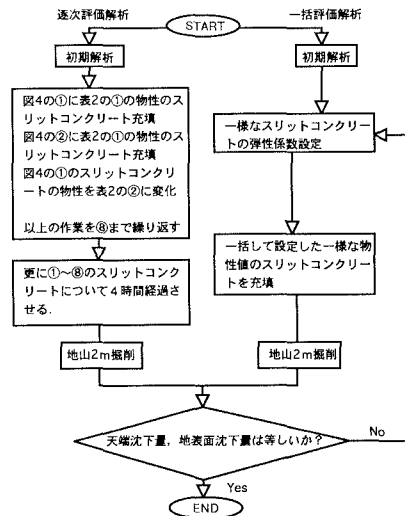


図-5 解析フロー

表-3 解析結果

		天端沈下(mm)	地表面沈下(mm)	判定
逐次評価解析		1.8	1.01	△
一括評価解析	$E=9.2 \times 10^3 \text{MPa}$	2.05	1.2	
	$E=9.4 \times 10^3 \text{MPa}$	1.8	1.01	○
	$E=9.6 \times 10^3 \text{MPa}$	1.47	0.84	