

脚部沈下対策工〔YM コーン〕の適用について

国土交通省中国地方整備局 三次河川国道事務所

石川庄嗣

戸田建設株式会社 広島支店

正会員 ○野村朋之

戸田建設株式会社 広島支店

正会員 宮村孝司

戸田建設株式会社 広島支店

正会員 中藤英樹

1. はじめに

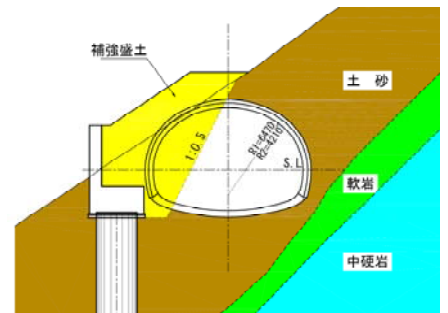
本工事は、広島県の瀬戸内海沿岸の尾道市を起点に、広島県北部の三次市を経由して島根県松江市に至る延長約 137 kmの中国横断自動車道・尾道松江線のうち口和I.C～高野I.C間に計画された工事区間 1,000mのうち、166mの中本谷トンネルと 680mの上本谷トンネルからなる2本のトンネル工事で、発破掘削・NATM 工法で施工したものである。

中本谷トンネルは山腹急斜面の裾部に位置しているため土被りは浅く（最高土被り 30m）側方からの偏土圧を受け易い形状である。また、黒ボク土を基質とする崖錐堆積物が厚層に分布し基盤地質も風化による土砂化が進んでいることが予測されたため、トンネル掘削区間全線が支保パターンDにて構成されている。本論文では、坑口部の不良地質区間における内空変位の増大の中で特に顕著となってきた脚部沈下に着目し実施した対策について報告する。

2. 沈下補強対策概要

該当区間は、川側が抱き擁壁と人工地山で補強されているため（図—1）、上半山側の脚部沈下が顕著で、上半施工後 30mm 程度の初期変位（沈下）が確認された、更なる変位の増大に早急に対策を講じることが必要となった。

山岳トンネルの脚部補強工としては、これまで支持面積を増加するウイングリブ、脚部下方の地山補強や支持杭を構築する脚部補強ボルトやパイル、上半断面を閉合する仮インバートなどが採用されているが、これらにおいては施工の安全性、対策効果の即効性、施工性・経済性などが課題として残されている。そこで、脚部沈下対策工における従来技術を応用し、より汎用性が高く経済的な対策工を選定するため施工の簡易性と経済性から初期の対策工としては有効である支保工脚部の拡幅に着目した。鋼製支保工に補強鋼材を溶接加工して脚部面積を拡幅するウイングリブについては、工場での加工が必要となるため早期の対策が出来ないことから『YM コーン』の適用を検討した。



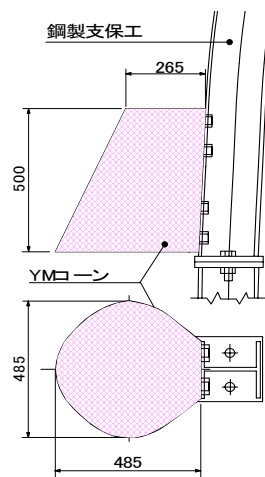
図—1 対策区間地質断面図

3. YM コーンの適用

YM コーンは山岳トンネルの脚部安定対策として多用されるウイングリブに代わる技術であり、取付けが容易な YM コーン（厚さ 3.2mm 鋼板を円錐台形筒状に加工、底面径 500mm、）を鋼製支保工に装着し、YM コーン内に吹付けコンクリートを充填して脚部支持面積を拡大し沈下抑制を図るものである（図—2）。（国土交通省 NETIS 登録技術：No.CG-070015-A）

この工法では YM コーンを支保工に取り付ける後付け型のため経済的で、広い仮置きヤードを必要としないことから場内にストックすることが容易となり時期を逸することのない施工が可能となる。

当工法の、適用効果を推定するため、二次元 FEM 非線形解析を実施した。解析モデルを図—3、解析結果を表—2 に示す。解析による計測変位予測は先行変位を除くものである。YM コーン有りの変位抑制効果は、YM コーン無しの変位量に対し、天端沈下で 58%、内空変位で 25%、脚部沈下山側で 53%に低減され、半分程度の沈下量となることが想定されたことにより、当工法を採用することとした。



図—2 YM コーン概略図



写真—1 YM コーン取付状況

キーワード トンネル, 脚部沈下, YM コーン

連絡先 広島県広島市中区田中町 5-9

TEL 082-545-7607

FAX 082-545-7605

4. 計測計画と施工フロー

解析結果より、坑口部の地山不良区間は川側に人工地山が施され沈下の懸念も少ないことから、山側の上半脚部(L=15m区間)にYMコーンを採用し実施工を行った。施工に当たっては、採用区間と非採用区間で計測工Aと鋼製支保工応力測定を実施しYMコーンの沈下抑制効果を検証することとした。

施工フローを図-4に示す。

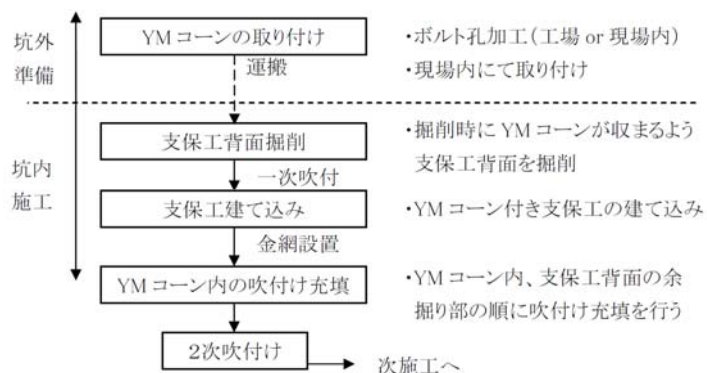


図-4 施工フロー

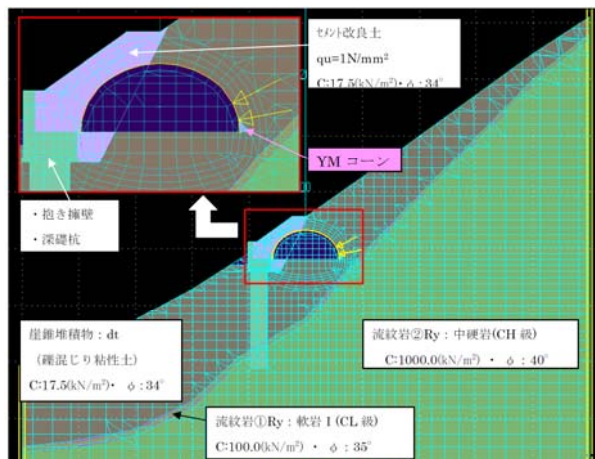


図-3 FEM解析モデル

表-2 FEM解析結果

	変位量(mm)			
	天端沈下	内空変位	沈下川側	沈下山側
YMコーン無し	-48	16	-1	-38
YMコーン有り	-28	4	-1	-20

※) 計測変位=解析変位量δ-先行変位量(δ×40%)とする。

5. 効果の確認

表-3 計測結果による効果比較表

	YMコーンなし（青線）	YMコーンあり（赤線）
沈下計測（図-5）	初期変位は20mm程度で5日間程度変位が継続する。最終変位28mm	初期変位は10mm程度、収束傾向が早期に現れ最終変位は13mmに抑えることが出来た。
支保工応力（図-6）	脚部沈下により支保工へ応力が作用していない。特に山側脚部が顕著。	脚部が支持されているため支保工に応力が伝わっている。設置しない区間と比べ3倍程度を確認

YMコーンの設置により表-3に示す効果が確認された。また、従来の支保工建て込み作業と比べ+5～10分の作業時間の増加が見られたが、ウィングリブ付き支保工と比較して軽量であるため施工性が良く安全な支保工建て込み作業が可能となった。

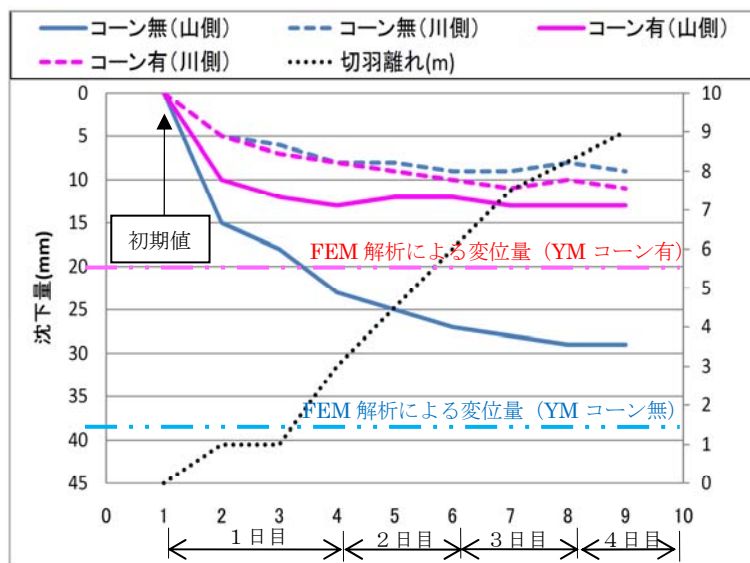


図-5 YMコーン・計測工設置平面図

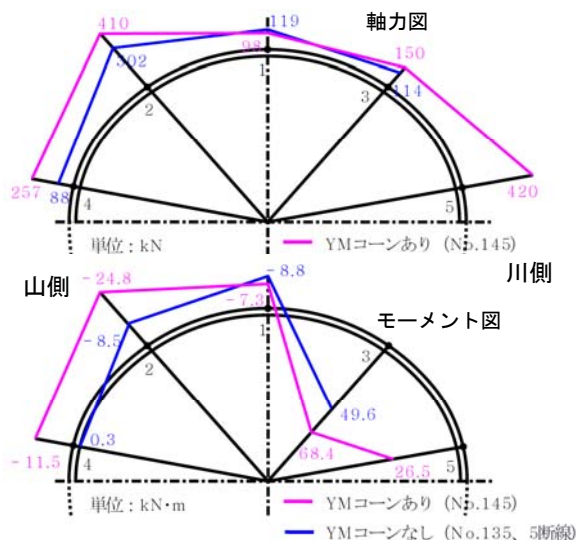


図-6 支保工応力測定結果

6. 今後の課題

今回の施工結果から、YMコーンによる沈下抑制効果が確認されたが、掘削作業においてはYMコーンの容量に応じた余堀りが必要となる。よって、切羽の自立性の乏しい地質条件下では地盤改良や鏡吹付け等の対策が重要である。一方、施工性は良好で、経済的であることから変位の増大や地質変化の初期対策に適すると考える。