

VI-140

ケーブルボルトを用いた大断面拡幅事前補強工の施工について

三井建設株式会社 正会員 高山淑夫、古田孝一、山本信幸、黒沢保

1. はじめに

被りの浅いトンネルや 150m² を超えるような大断面トンネルでは NATM においても中壁工法やサイロット工法等のように複雑な加背割りを実施することが多い。この目的は断面を小さな加背に分割することで各掘削段階での安定性を確保し、全体としての安定性を向上させようとするものである。このような時、先行する小断面を利用して拡幅掘削後の周辺地山を補強し得るならば、地山の安定性を大きく向上させ得る可能性のあることはだれしもが首肯し得るであろう。このような考えに基づき、筆者らは中壁 NATM 先進坑より後進坑掘削後の周辺地山をケーブルボルトにより補強し、その効果を確認する試験を実施した。本報文はその施工の概要を紹介したものである。

2. 中屋敷トンネルの概要

試験施工を実施した中屋敷トンネルは大館能代空港アクセス道路東西線の空港滑走路東端に位置する延長 270m、掘削断面積 140m² の大断面トンネルである。当該施工地点は土被りの薄い未固結地山であり、またトンネルが扁平大断面トンネルであるなどの理由から、中壁式(CD)NATM が採用された。その諸元を表 1 に示す。

表 1 中屋敷トンネルの概要

工事名称	地方道路改築工事 中屋敷トンネル(完成後名…千樹里トンネル)
施工場所	秋田県北秋田郡鷹巣町中屋敷地内
工期	平成8年1月～平成10年5月(見込み)
トンネル延長	270.0m
掘削断面積	A=138～142m ² (内空断面積104.1m ²)
幅員	(車道3.25m×2)+(路肩1.00m×2)+(歩道3.00m×2)=14.50m
掘削工法	中壁式(CD)NATM(2段ベンチカット)

当該トンネル掘削地域には北側を西流する米代川と、その左岸支流の阿仁川、小猿部川などがある。トンネル掘削地点はこれらの河川に囲まれた丘陵部を主体とし、標高 100m の低高性を有し、西側を流れる阿仁川の河岸段丘にあたる。トンネルは、尾根の分岐点より上方を斜めに横断するため、偏圧が生じやすく、また両坑口部とも地滑り地形を呈す。

当該地域の地質は第四紀洪積土の湯車層を基盤とし、これを覆う段丘堆積物、沖積層(河川堆積物・崖錐堆積物)よりなる。この基盤岩の湯車層はトンネル掘削個所の主たる地層を成し、未固結～弱固結状の軟岩(砂岩・泥岩)より構成される。ケーブルボルト試験施工区間の地層も湯車層である。

3. ケーブルボルト施工の概要

表 2 ケーブルボルト補強区間及び計測強化区間

距離呈	No.427+										No.426+											
	8	7	6	5	4	3	2	1	0	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	
ケーブルボルト打設						◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎						
内空変位	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
天端沈下	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
ボルト軸力							☆			☆			☆									
地中変位										★							★					

今回の試験施工では、事前

設計で定められた中壁部のロ

ックボルトをケーブルボルト

で代替し、かつ後進切羽掘削

後の周辺地山を補強し得るよ

う打設範囲を定めた。また、ケーブルボルトの補強効果を評価し得るよう試験施工区間の前後に、計測強化区間を設けることとした。試験施工区間は、以下の二点に留意し選定した。すなわち、補強区間はケーブルボルトによる補強効果を評価し得るよう 10m 以上設けること、及び補強効果を的確に評価しうるよう補強区間とその前後の計測区間の地質条件や土被りを概ね同一とすることである。

この条件から、表 1 に示すように、ケーブルボルト事前補強区間を No. 427+04～426+14 とし、計測強化区間を No. 427+09～427+04 と No. 426+14～426+09 とした。計測強化区間を含む当該区間は全て DIII パターンに属し、工学的に同一地山条件と評価されること、及び地表面勾配が比較的緩やかで、土被りがほぼ一定に保

たれるなど前述の試験区間としての要件を満たすものと判断された。

また、トンネル断面内のケーブルボルト打設パターンは、原設計の中壁側ロックボルトを代

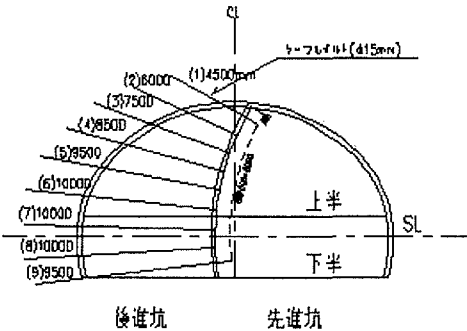


図1 ケーブルボルト打設パターン図

替し、かつ後進切羽掘削後の周辺地山内に 3m 程度の定着長を確保し得るよう定めた。図1にケーブルボルト打設パターン図を示し、表3に打設数量の一覧を示す。

3. ケーブルボルト施工の実績

ケーブルボルトの施工はボアホール削孔とボルト定着に大別されるが、施工時間はボアホール削孔がほとんどを占める。表4は上半ケーブルボルト打設時のボアホール削孔時間を分析したものである。この表の当該作業者は比較的削孔に習熟していたために約1時間15分で削孔を完了することができた。なお、非習熟作業者が同一の作業に要する時間は約1時間50分であり、習熟者との差はロッド継ぎ足し、およびロッド回収時に現れている。また、ボルト定着はケーブルボルトをボアホール中に挿入後口元をパッカーでコーキング後、注入ホースでミルクを充填する後充填方式を採用した。当該作業は岩目ヘリークした場合を除きいずれの孔も1分30秒以内で作業を終了することができた。写真1に作業風景を示す。

表3 ケーブルボルト打設数量

No.	打設長 m	打設断面数	打設長計 m
1	4.0	11	44.0
2	6.0	11	66.0
3	7.5	11	82.5
4	8.5	11	93.5
5	9.3	11	102.3
6	10.1	11	111.1
7	10.5	11	115.5
8	10.5	11	115.5
9	10.5	11	115.5
計			845.9

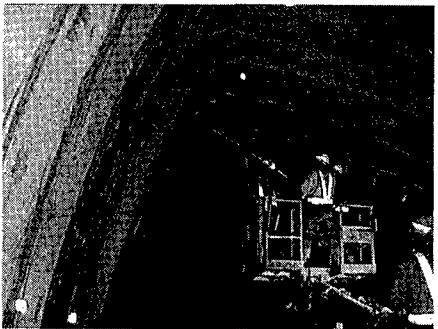


写真1 ケーブルボルト定着

4. おわりに

中屋敷トンネルにおいて実施したケーブルボルトによる拡幅掘削事前補強工の概要について報告した。当該試験工事の結果に依れば、比較的施工性もよく、サ

イクルのにも十分に実用的なものと判断された。今後、他の地質条件下におけるデータの蓄積を待ち、実用化への検証を実施する方針である。

表4 習熟作業者のボアホール削孔時間分析結果

NO	削孔長 m	第一ロッド				第二ロッド				第三ロッド				第四ロッド				ロッド除去 分'秒"	総所要時間 分'秒"
		L	T	S	C	L	T	S	C	L	T	S	C	L	T	S	C		
1	4.5	3.0	01'29	3.03	03'44	1.5	01'15	2.00										02'47	09'15
2	6.0	3.0	01'33	3.03	02'53	3.0	01'33	3.03										02'37	08'36
3	7.5	3.0	01'23	3.61	01'57	3.0	01'40	3.00	02'03	1.5	01'17	3.61						03'13	11'33
4	8.5	3.0	01'05	4.62	01'46	3.0	01'13	4.11	02'17	2.5	01'57	4.62						04'37	12'55
5	9.5	3.0	01'19	3.80	01'46	3.0	01'15	4.00	01'22	3.0	02'48	3.80	01'12	3.0	01'53	3.80		03'31	15'06
6	10.0	3.0	01'45	2.85	01'51	3.0	01'54	2.63	02'09	3.0	01'49	2.85	02'16	3.0	01'00	2.85		04'00	16'44
計																			1:14:09

L: ロッド長(m)
T: 当該ロッド長削孔所要時間(分秒)
S: 当該ロッド長削孔時平均のみ下がり時間(m/sec)
C: ロッド継ぎ足し所要時間(分秒)

謝辞：当該試験施工に御助力・御指導賜りました秋田県北秋田土木事務所の皆様に心よりの謝意を述べさせていただきます。