

三井建設株式会社 正会員 家門秀人、黒沢保、岡野成敏、野村貢、山地宏志

1. はじめに

先行して掘削された小断面より、拡幅掘削後の地山をケーブルボルトによって補強する工法が注目を集めている。この工法においては、その補強効果もさることながら、拡幅掘削時に切断されるケーブルボルトの挙動を把握することが望まれる。今回、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施工を実施した。本報文はその試験施工時に計測された軸力計測結果をもとにケーブルボルト切断前後の挙動を検討したものである。

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。

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。補強区間はケーブルボルトによる補強効果を十分発現できるよう 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。表 1 にケーブルボルトによる事前補強区間、計測強化区間、並びに軸力計測断面を示す。また、図 1 には、ケーブルボルト打設パターン並びに軸力計測位置を示す。

表 1 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									★								★					

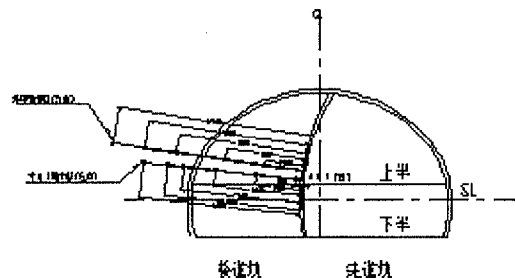


図 1 打設パターン及び軸力計測パターン

3. ケーブルボルト軸力の計測結果及び考察

図 2～4 はケーブルボルト打設直後から、後進下半掘削頃までのケーブルボルト軸力の経時変化を示したものである。当該計測においては、後進上半掘削に伴うケーブルボルトの切断によって計測不可能となった点がいくつか現れてしまった。このため、詳細にわたる検証は慎まねばならないが、以下のような特徴をこれらの図から知ることができた。

すなわち、後進上半の切羽が計測断面の 1～2m 程度に近づいた付近より、拡幅後の地山部分にあるケーブルボルト軸力は急増するが、切羽が計測断面より離れるにしたがって軸力は徐々に低減して行き、最終的には発生した最大軸力の 1/2 程度にまで低減する。

これは、拡幅掘削直後にケーブルボルトに作用していた荷重が、本設のロックボルト並びにフォアパイリングへと載り換わっていったものではないかと推察される。当該工事は試験施工であることから、当初設計に示された支保部材はケーブルボルト打設区間においてもそのまま施工することとした。したがって、設計上は当初設計に示された支保部材が地山の荷重を受け持ち、ケーブルボルトは所要の支保が施工されるまでの間、地山を支保すればよいこととなるが、実際的には当初設計に示された支保部材が施工された後もケーブルボルトは相応の荷重を分担し、切羽の進行に伴ってその分担率が徐々に低減して行くものと考えられよう。

当該試験施工において、ケーブルボルトが最もその支保効果を発現し、かつ地山の安定性に大きく寄与する期間は切羽到着直前から本設支保部材の作用が始まるまでの間となるが、この期間におけるケーブルボルトの作用（例えば初期変位の抑制等）が、結果としてどのような支保効果を生み、地山を安定の側に導くのかを知ることが、当該補強工の有効性を検証する上で欠かせないであろう。

4. おわりに

中壁 NATM の後進坑掘削前に先進坑より打設したケーブルボルト切断時の挙動を軸力結果を基に検討した。今回の計測結果に基づけば、後進上半の掘削とほぼ同時に軸力が急増しており、ケーブルボルトは掘削作用にこうしてその支保機能を十全に発言させようとしているものと評価できよう。

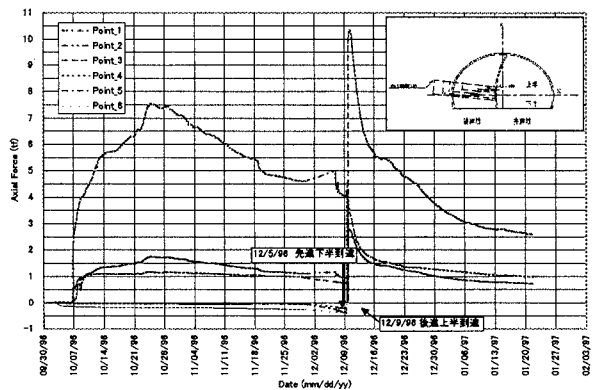


図2 ケーブルボルト軸力経時変化 (NO. 178)

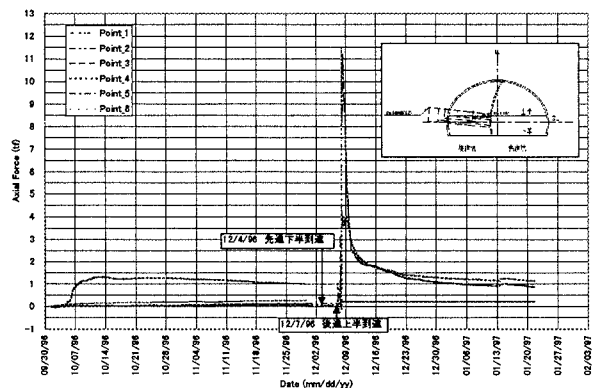


図4 ケーブルボルト軸力経時変化 (NO. 174)

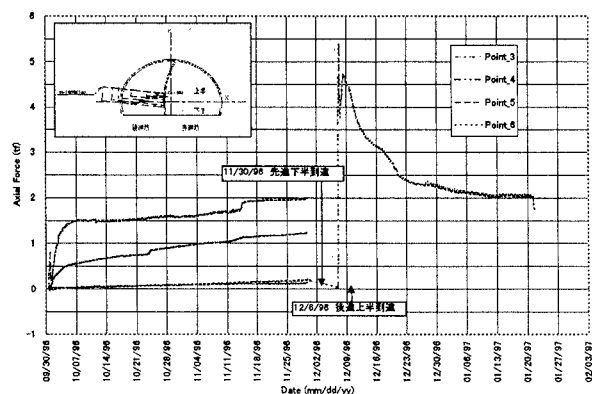


図5 ケーブルボルト軸力経時変化 (NO. 172)

謝辞：当該試験施工の実施に当たり、御協力・御指導賜りました秋田県北秋田土木事務所の御一同に心よりの謝意を述べさせていただきます。