

III-B 64

切羽安定のためのケーブルボルト原位置計測結果について

正会員 榊大林組 ○土原 久哉 天野 悟
正会員 榊大林組 二宮 康郎 渡辺 和憲

1. はじめに

土被りの浅い未固結地山や軟弱地山、および不連続性岩盤地山等を対象とした場合、切羽の安全性確保が重要となる。切羽安定を導く支保部材の一つとして近年、長尺の切羽ボルトが注目されている。本報告は長尺のケーブルボルトの効果を把握するためにこれを試験的にトンネル切羽に打設し、切羽進行に伴うケーブル材軸力と地中内変位を計測した結果を報告するものである。

2. 計測概要

実施場所は全体的に新鮮で均質な硬岩地山で、閃緑岩とそれを取り囲む花崗岩が分布しており、計測実施位置には若干の風化部分と不連続面が多く存在している。計測実施位置の概要は図1に示すように既に掘削が終了したAトンネル側壁から予めBトンネル掘削予定の断面へ向けて、軸力計を取り付けたケーブルボルト19本よりPG鋼線（ $L=13.0\text{m}$ 、 $\phi=17.8\text{mm}$ ）を2本打設した。地山の变形挙動を捉えるために地中内変位計（ $L=13.0\text{m}$ ）をケーブルボルトと平行に中間へ埋設し、さらにAトンネル内で内空変位を測定した。それぞれの計測測点の詳細を図2に示す。以上のレイアウトのもとでBトンネルの切羽進行に伴う変位と軸力をモニタリングすることにより、切羽前方の地山挙動とケーブルボルトの切羽支保効果を原位置計測によって確認した。なお、Bトンネルの掘削はミニベンチカットで行い掘削延長は29.5mである。

3. 計測結果と考察

図3(a)、(b)にBトンネルの切羽進行

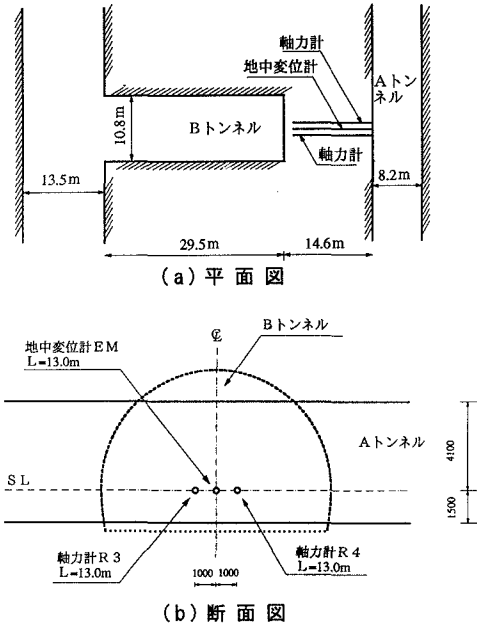


図1 計測位置の概要

に伴うR3とR4の軸力分布の変化を示す。図3(a)からR3-6を境界に軸力が発生しており、切羽進行に連れてR3-2、R3-3、R3-5の軸力の変化は著しい。掘削終了時には各々21tf、13tf、7tf近い軸力が発生した。また、それに比してR3-1とR3-4、R3-6の軸力変化は小さく、軸力は最大で4tf程度である。R3の軸力は全体的にみてR3-2とR3-5の軸力が集中した。また、図3(b)から軸力分布はR4-6を境界に働きR4-1、R4-2で収束している。R4-4の軸力変化は顕著であり、掘削終了後10tf近い軸力が発生している。R4の軸力も全体的にみてR4-4を中心に発生する特徴的な分布を示し、その変化は著しい。一方、図4に地中内変位分布の変化を示す。切羽の進行とともにRM-5を境界として変位は増加している。

Bトンネルの切羽位置が L （現切羽と到達切羽までの距離）/ D （トンネル径） $=0.4$ までの変位分布はほぼ線形的に分布し、最終掘削によって変位が急増し、EM-4,5間とEM-2,3間に変位増分が大きい不連続な部分が存在する。最終的にはEM-1において最大10mm近い変位が計測された。なお、Aトンネル側壁における内空変位は掘削の影響を受けることはなかった。

以上の結果から、掘削による切羽前方のゆるみ領域は地中内変位、軸力分布から評価すると最終到達切羽から約7.6mまで及んでいることがわかる。地中内変位測定点間に変位の不連続な部分が存在することから切羽の進行とともに岩盤内の不連続面開口や滑り、もしくは切羽前方のゆるみ域の形成が引き起こされたものと考えらる。この変形挙動に追従して局所的にケーブルボルトに軸力が集中しているところから、ケーブルボルトの切羽安定のための支保効果が発揮されたと考えられる。また、地中内変位の不連続とケーブルボルト軸力の卓越する位置の相互関係から掘削に起因する切羽前方において広い範囲に及ぶ連続したゆるみ域、もしくは岩盤不連続面の開口、滑りが形成されていることを示唆している。

4. まとめ

掘削に伴って切羽前方に地山の不連続面での変位の発生とゆるみ域の発生が認められ、その挙動を抑止するかたちでケーブルボルト軸力分布の卓越する領域が存在することが計測結果から認められた。ケーブルボルトが切羽安定のための支保として有効に作用することがわかった。

（謝辞）本計測を実施するにあたって住友電気工業株式会社に御協力を頂いた。ここに謝意を表する。

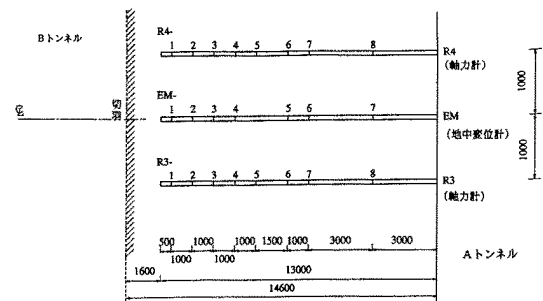
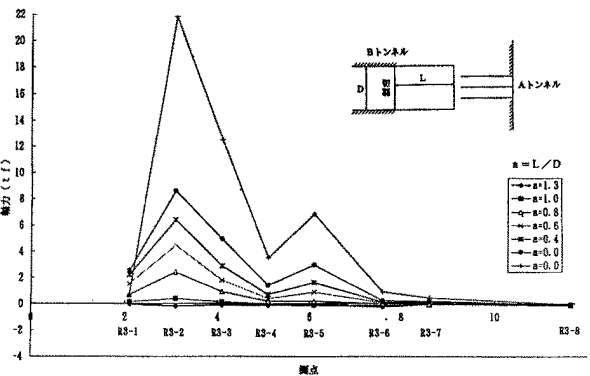
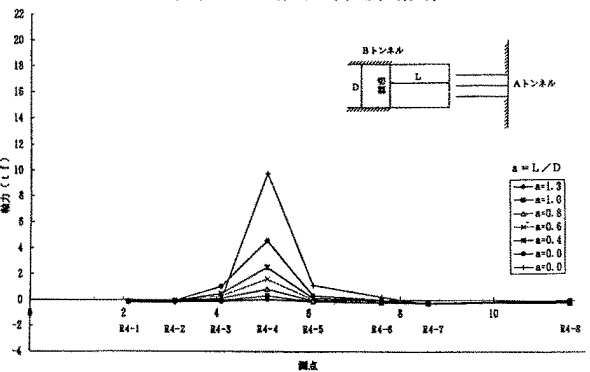


図2 計測点



(a) R3の軸力計測結果



(b) R4の軸力計測結果

図3 軸力計測結果

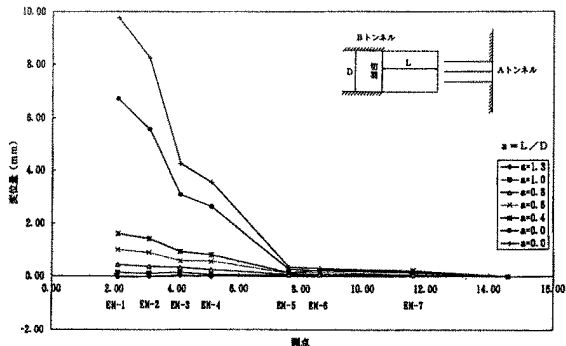


図4 地中内変位計測結果