

(VI-2)

ロックボルト工の長さ測定に関する実験

五洋建設株式会社 技術研究所 正会員 福與 智
同 同 正会員 武内秀木
同 同 正会員 渡邊伸弘

1. はじめに

NATMにおいて、ロックボルトはトンネルを施工するための重要な支保の一つとして、多くのトンネルで施工されている。そして、ロックボルトは地山と一体となってその効果を発揮するため、状況によりロックボルト軸力測定や地中変位測定で、配置、長さ、太さ、材質、定着方式等の妥当性を評価し、より経済的かつ効果的なロックボルトのパターンになるよう変更することがある。

現在、切羽で打設されたロックボルトは一般的には引抜き試験によって品質が管理されている。このたび、日本道路公団では打設後の4m以下のロックボルトについては、超音波探傷器を用いた長さ測定管理を取り入れた。しかし、当社の現場において4mよりも長尺のもの、4m以下であってもロックボルトの曲がりの形状によっては、長さ検知が難しいものがあつた。そこで、室内実験で長さ、モルタル打設位置、空隙位置の水の有無、曲がりの有無等、現場状況を想定したロックボルト供試体による長さ測定実験を行った。その結果、いずれの条件においても長さを測定できた。本報告では、これらの実験の結果について述べる。

2. 実験概要

2.1 使用機械

ロックボルト長さ測定器に使用した超音波探傷器の仕様を以下に示す。

◆測定器本体：SONIC137 栄進化学（株）

（写真-1） 284(W)×140(H)×402(D)mm

◆探 触 子：アルミナ板付き垂直探触子 MNタイプ

2.2 実験ケース

(1)先端形状が尖塔形（通常形）と直角のロックボルトの長さを空中で測定した。なお、これ以降の実験は先端形状が直角のロックボルトを使用した。

(2)図-1のように、18体の供試体を作成し（写真-2）、モルタルの材令を変えて測定した。また、モルタル非充填部がある供試体には空隙部を水で充填した条件についても測定した。なお、探触子はすべて図-1の左側、すなわちモルタルが充填されている側にあてた。

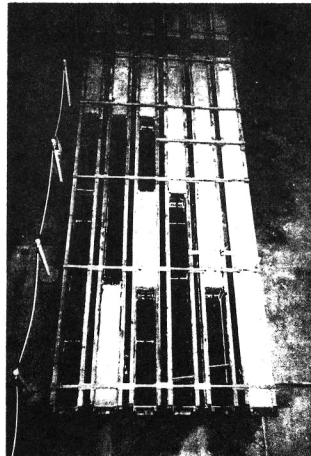


写真-2 供試体全量

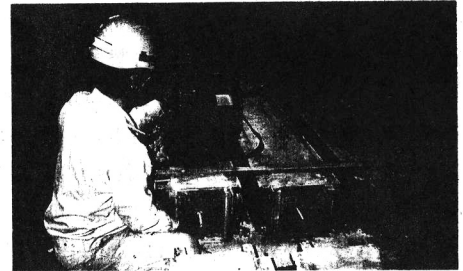


写真-1 ロックボルト長さ測定器

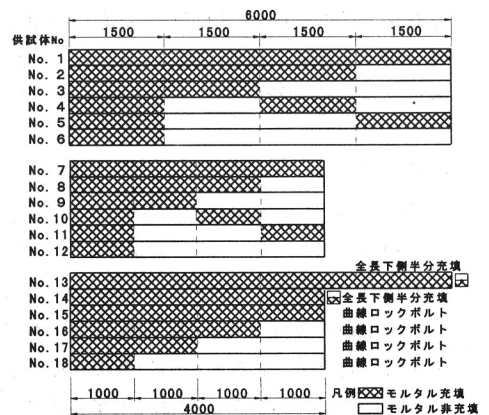


図-1 供試体の実験ケース

キーワード：トンネル、ロックボルト長さ測定、超音波探傷器

連絡先：〒329-2746 栃木県那須郡西那須野町四区町1534-1 TEL. 0287-39-2107 FAX. 0287-39-2132

3. 実験結果

本実験の範囲内では次のような傾向があった。

(1) 先端形状による影響

写真-3, 4にモルタル打設前に測定した波形を示す。先端形状が直角のロックボルトは、先端における反射に伴う損失量が少ないため尖塔形のロックボルトと比較して反射波が大きいことが分かる。

(2) 曲がりによる影響

写真-5に4mのロックボルトを湾曲させて打設した場合の波形を示す。現場を想定して湾曲量はロックボルト中央部で10cmとしたが、本測定においては直線ロックボルトと比較して反射波は小さいものの、現れることが分かった。

(3) モルタルの材令による影響 (No 7 のケース)

写真-6, 7, 8, 9にモルタル打設の経時変化による波形を示す。これらの波形は、4mの直線ロックボルトをモルタルで完全充填したものである。打設前の波形はノイズが目立ち、反射波は現れず確認できない。しかし、打設直後の波形はノイズが少なくなり反射波が現れ、時間が経つにつれ反射波が明瞭になるものの、材令7日以後は変わらないという傾向がある。

(4) 空隙媒体による影響 (No 9 のケース)

写真-10, 11に4mの直線ロックボルトの頭部側2m部分にモルタルを充填した場合と、さらに空隙2m部分に水を満たした場合の材令7日における波形を示す。モルタルを完全充填した波形(写真-9)と比べると、反射波の現れ方が小さい。また、空隙媒体が波形に及ぼす影響はノイズの大きさに現れ、空隙部に何も満たさないよりも水を満たした方がノイズが少ないという傾向がある。

4. まとめ

本実験において、ロックボルト長さ4mと6mの全ての条件において測定できた。ただし、反射波の波形は条件の違いにより現れ方に大きな差があった。波形に影響を及ぼす要因としては、①ロックボルトの材質・長さ・湾曲の有無、②モルタルの充填パターン・材令、③空隙部の媒体の種類、④ロックボルト頭部の研磨精度、⑤探触子のあて方があることがわかった。

5. おわりに

今後はトンネルの大断面化や不良地山でのトンネル施工が多くなることに伴い、長尺ロックボルトの打設が多くなることが予想される。そのため、6m以上のロックボルトにおいて、確実かつ簡単に長さが測定できる方法を確立することが必要である。また、ロックボルト工の品質をさらに向上させるために、モルタルの充填率が測定可能な手法の開発を考えている。

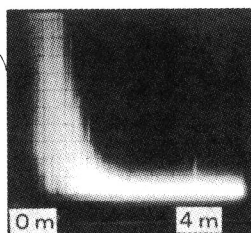


写真-3 (尖塔形)

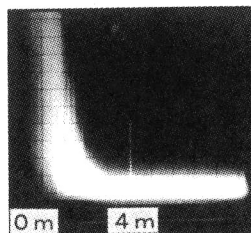


写真-5 (湾曲)

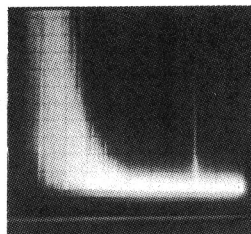


写真-4 (直角)

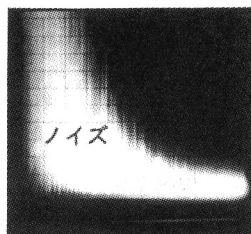


写真-6 (打設前)

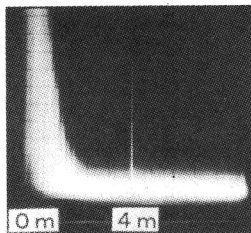


写真-10 (空隙部に空気)

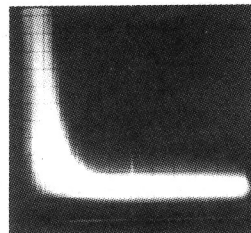


写真-7 (打設直後)

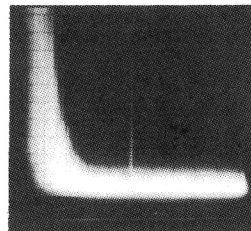


写真-11 (空隙部に水)

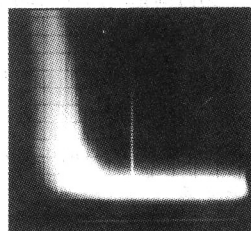


写真-8 (材令 1 日)

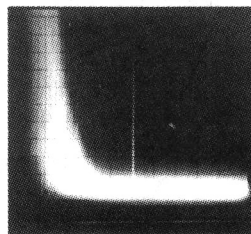


写真-9 (材令 7 日)