

簡易軸力モニターの開発

(株)フジタ 正会員 三河内永康 野間達也 香川和夫
早川ゴム(株) 中務定義

1. はじめに

トンネルの主要支保部材であるロックボルトは、軟弱地山や膨潤性地山の施工時に、ロックボルトに予想以上の軸力が作用し、ベアリングプレートが変形したり、ロックボルトが破断に至る場合がある。このような場合、事前に軸力の発生が検知されるならば、その時点でロックボルトの増打ち等が実施可能となり、施工の安全性が確保される。

逆に、ロックボルトにほとんど軸力が作用しない場合も十分に考えられ、このような場合にはロックボルト打設本数の削減を検討すべきである。

ここで、ロックボルトに作用する軸力が簡便に把握できるならば、軸力が過大に作用する場合には、地山が大きく変形する前にロックボルトの増打ちの検討が可能となり、また軸力の作用が見られない場合には、打設本数の削減が検討可能となる。

このロックボルトに作用する軸力を容易に把握することを目的とし、ロックボルトに簡単に装着でき、所定荷重に達すると目視可能な装置「簡易軸力モニター」を開発した。

2. 簡易軸力モニターの構造

簡易軸力モニターは、図.1に示すように、pHスティック・ゴム製支持台・プレートにより構成されている。

ゴム製支持台は加硫ゴム製の円盤と金属製穴あきプレートを溶着したもので、ゴム製支持台には中心から3方向に幅15mmの溝とpHスティックの治具が一体成形されている。

pHスティックは、直径7.5mm、長さ76mmの円筒状のもので、外管は塩化ビニール製、内管はガラス製の二層構造となっており、それぞれに含まれている溶液が混合することにより赤または青に発色する仕組みとなっている。ロックボルトに一定以上の軸力が加わると、座金を介してゴム製支持台が圧縮変形し、pHスティックの内管であるガラス管が破損することにより二液が混合し、発色する。また、ゴム製支持台のゴムの剛性(ヤング率)を変化させることにより、種々の荷重の検知に対応可能である。

簡易軸力モニターは、図.2に示すように、ロックボルトの座金とナットの間には装着した後、ゴム製支持台のゴム内部にpHスティックを3本挿入する。

3. 室内実験

開発にあたり、もっとも留意する点は、発色荷重が目的値とする荷重に対してどの位のバラツキを伴うかを把握することにある。

これより、まず室内試験を実施することにより、発色荷重とその

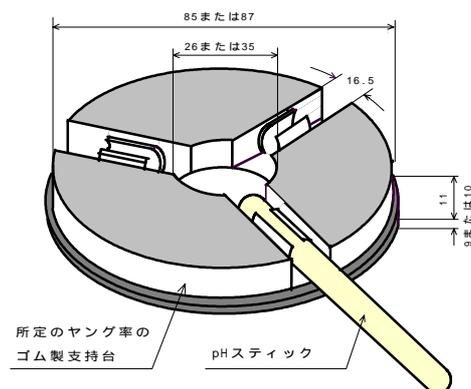


図.1 簡易軸力モニターの模式図

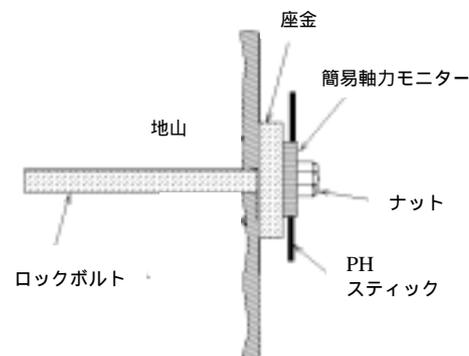


図.2 簡易軸力モニターの設置方法

キーワード ロックボルト 軸力計 B計測

〒243-0125 厚木市小野 2025-1 Tel046-250-7095 Fax 046-250-7139

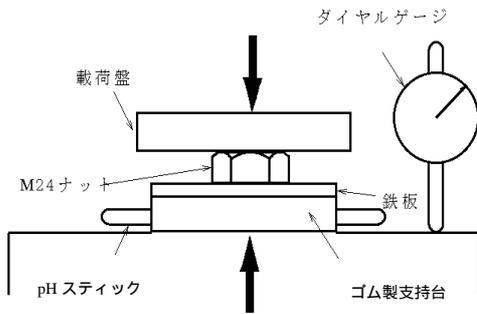


図. 3 室内実験概念図

時点における簡易軸力モニターの変位の関係を求めた。

室内実験模式図を図. 3 に示す。図に示されるように圧縮試験機を用いて荷重・変位と発色時を計測したが、なるべく現実的となるように、M24 のナットを簡易軸力モニターと圧縮試験機載荷板間に挿入した。

室内実験結果を図. 4 に示す。図に示されているように、高荷重になるほどバラツキが大きくなっているが、ほぼ目標荷重で発色することが示されている。

4. 検証実験

検証実験の最大の目的は、室内試験で確認した荷重で、実際に発色するかどうかである。すなわち、室内実験のような条件のよい場所でなく、施工中の現場において設定荷重で発色するかどうかの確認を行う必要がある。

このため、図. 5 に示すような方法で簡易軸力モニターの発色時の荷重をロードセルにより確認した。図. 6 に示すように、掘削後の切羽の進行とともにロードセルの荷重、すなわちロックボルトの座金に作用する荷重が増加する。検証実験で使用した 2tf 用、5tf 用のいずれの簡易軸力モニターも、ほぼ室内実験と同程度の精度で発色することが確認された。

5. 簡易軸力モニターの特徴

簡易軸力モニターは、発色により簡易に設定荷重の超過の有無が判定できる。また、様々な設定荷重で発色させる事が可能であり、以下のような使用が可能である。

- トンネル掘削時の全体挙動の把握
- 増ボルト施工の判断基準
- ロックボルトの打設数の低減
- 地山の時間依存性の把握

6. おわりに

目視により簡便にロックボルトに作用する軸力を測定可能な装置を開発した。今後は、大断面トンネルが増加してくると考えられ、高張力ロックボルトに対応可能なタイプを開発する予定である。

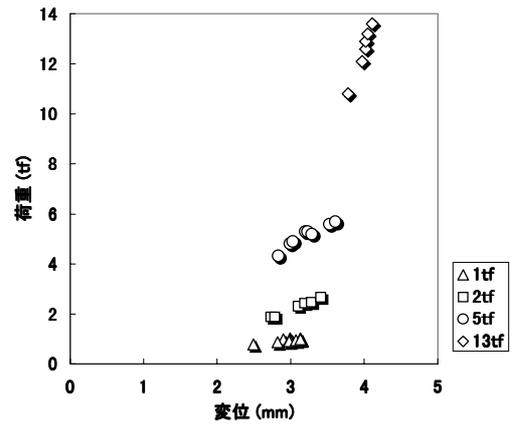


図. 4 室内実験結果

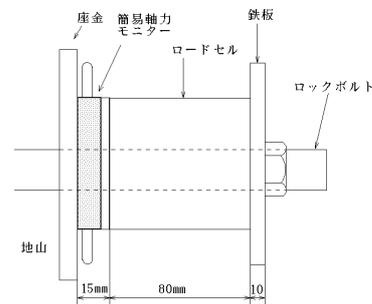


図. 5 ロードセル設置模式図

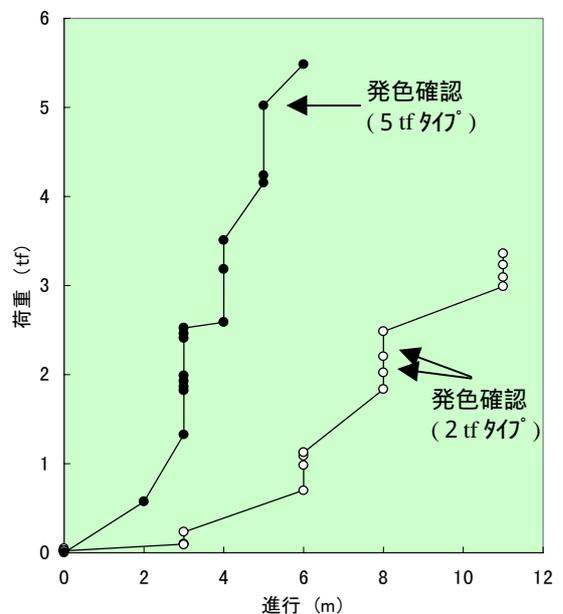


図. 6 ロードセルによる検証結果