

光るロックボルト軸力計の開発

鹿島建設(株) 正会員 ○山本 拓治 横田 泰宏 伊達 健介
 (株)ケー・エフ・シー 正会員 羽馬 徹, 井本 厚, 岡部 正
 神戸大学 正会員 芥川 真一

1. はじめに

トンネル工事を安全かつ合理的に進めるためには、支保の効果をできるだけ早く、現地で把握することが重要である。近年、山岳トンネルにおける計測技術は、計測機器やパソコンの高度化に伴い、精度やデータ処理能力が向上している。しかしながら、安価でリアルタイムに定量的な数値を現地で表示できる計測システムは少ないのが現状である。そのため、筆者らはロックボルトに作用する軸力を現地で可視化できる「光るロックボルト軸力計」を開発した。本システムはロックボルトプレートに作用する荷重に応じて、装置から発光される色を段階的に変化させ、観察者や時間を選ばず、現場でリアルタイムに計測結果を評価することができるシステムである。本報告では、従来の計測手法の課題を整理し、新システムを開発した概要および実トンネルへの適用例について報告する。

2. 従来技術の課題と新システムの開発概要

これまでロックボルトの挙動を評価するためには、ひずみゲージ式のロックボルト軸力計を用いる例がほとんどである。しかし、上記の目標を達成するためには、以下の課題が考えられた。

- ・ 計測業者でしか実施することができない。
- ・ そのため、計測コストが増加し、計測箇所が限定されてしまう（容易に転用できない）。
- ・ 一般的に、計測結果は現場事務所でしか評価できない（リアルタイムな評価ができない）。

そこで、筆者らは以下のような仕様を満たす計器「光るロックボルト軸力計」を開発することにした。

- ・ 荷重計には、設置や設定が容易な小型のアンカー用計測装置を用い、現場職員や作業員など誰でも設置が可能とする。
- ・ 開発した専用ナットを用いることで、荷重がかかった状態でも装置を取り外すことができ、他のロックボルトへ装置を転用できる。
- ・ 段階的にロックボルトプレートに作用する荷重に応じて発光色が変化し、ロックボルトの軸力を現場でリアルタイムに可視化できる。
- ・ 可視化のみでなく計測データを SD カードに保存し、詳細なデータ分析もできる。

開発した光るロックボルト軸力計は、表-1 に示すアンカー用のプレッシャーディスクと光るデータコンバータ (LEC=Light Emitting Converter) で構成され、データコンバータの管理値と発光色の対応は任意に設定することができる。写真-1 は本システムの外観である。

表-1 プレッシャーディスクの仕様

外径(mm)	φ 150
センターホール径(mm)	φ 60
受圧面積(cm ²)	95.2
最大使用荷重(kN)	500

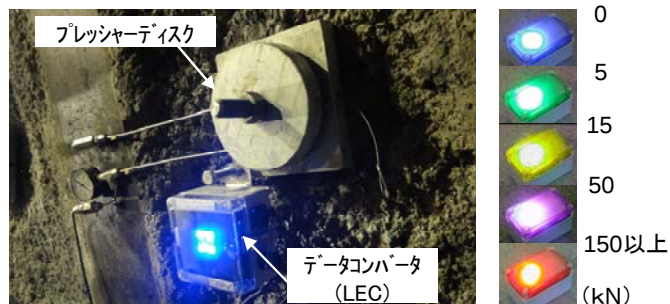


写真-1 「光るロックボルト軸力計」の外観

3. 室内作動確認試験

まず始めに、現場で想定される荷重状況において本

キーワード ロックボルト, 軸力, 可視化, LED

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-6569

システムが正常に作動することを確認するため、室内試験を実施した。室内試験では、ロックボルトプレートに作用する荷重とデータコンバータの発光色が正確に機能することを確認した。写真-1の右図は、室内試験で設定したデータコンバータの作用荷重と発光色の関係である。

4. 現場適用結果

次に、開発した「光るロックボルト軸力計」の実トンネル現場への適用結果について述べる。本システムを適用したトンネルの地質は、細かい破碎を受け、不均質に軟質化した破碎質泥岩であり、支保パターンの妥当性が懸念されていた。そのため、通常のB計測が予定されていたため、本システムの適用性と精度を確認する目的で、同じ断面での適用試験を実施した。図-1はB計測より得られたロックボルト軸力図と「光るロックボルト軸力計」より得られた軸力の計測値である。図中の点線枠内の値は「光るロックボルト荷重計」における軸力値である。また、図-2は、ロックボルト深度1m地点の軸力値と「光るロックボルト軸力計」の軸力値の経時変化を比較した結果である。これらより、両手法から得られた軸力値やその発生時期は概ね整合していることが分かる。次に、図-3は、荷重が載荷された状態で装置を取り外した際の軸力値を比較した結果である。これより、深度1mから2m区間では僅かに軸力の減少が見られたが、安全評価を行う上で影響がないことを確認できた。以上の結果より、実現場において本システムは正常に機能し、計測された軸力値についてはその精度が確認された。また、本現場では、充填式のロックボルト軸力計だけでなく、摩擦式鋼管膨張型ロックボルトにおいても同様に軸力計測が可能であることを確認した。

写真-2は左右側壁に当システムを設置した状況を示しており、左右で発光色が異なっていることが分かる。つまり、当該区間においては、偏圧を受ける荷重状態であることが分かり、効果的な増し支保の検討を行うことができた。

5. まとめ

今回、開発した「光るロックボルト軸力計」を用いることで、誰でも、リアルタイムに、現場でロックボルトに作用する軸力を容易に認識できるようになった。実際に現場へ適用し、偏圧状況の確認や増し支保の検討へ活用することができたことより、本装置は簡易型のB計測手法として適用できるものと考えられる。今後も、適用実績の増加に努め、合理的かつ安全なトンネル掘削に貢献していきたい。

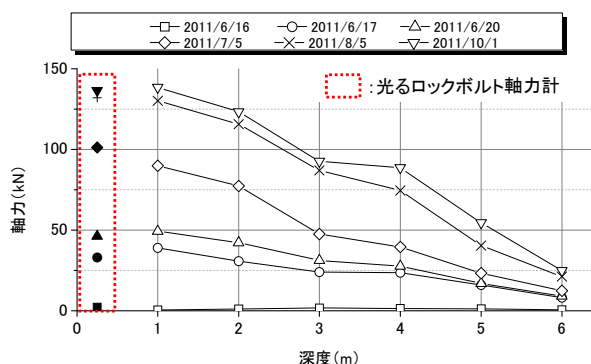


図-1 ロックボルト軸力比較図

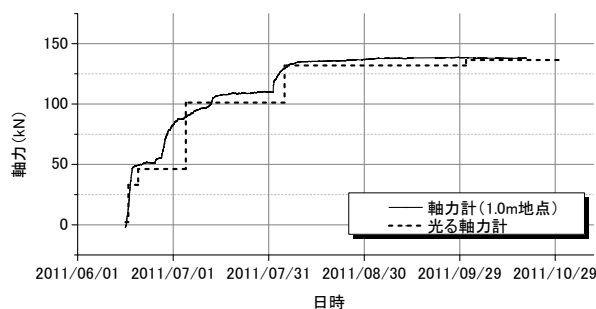


図-2 ロックボルト軸力 経時変化図

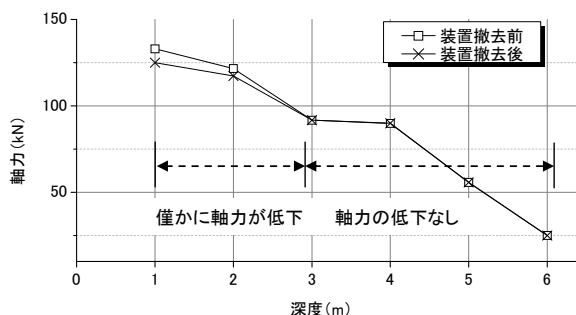


図-3 装置撤去前後における軸力比較



写真-2 「光るロックボルト軸力計」設置状況