

III-B 78

垂直縫地ボルトの実験的考察 —地山内部の状態について—

応用地質川本地盤工学研究所 正会員 大野博之
日本道路公団試験研究所 正会員 中田雅博
東京都立大学工学部 正会員 西村和夫
日本道路公団試験研究所 正会員 三谷浩二

1. はじめに

トンネルの坑口や土被りの小さい箇所においては、トンネル施工に伴い地山に緩みが発生し大きな地表面沈下が生じたり、切羽の不安定化や坑口部の斜面崩壊が生じることがある。これらの対策として垂直縫地ボルト工が採用されることがあるが、その効果及びメカニズムに不明確な部分が多く、実際の設計の根拠が曖昧なのが現状である。

筆者らは、従来より3次元の模型実験などにより地表面沈下における垂直縫地ボルトの補強効果については検討してきたが、地山内部の状況については未だ解明されていない。このため、設計の根拠もやや定性的になりがちであった。

本研究では、このような現状を踏まえて、地山内部の状態が観察できる二次元の模型実験装置を作成し、垂直縫地ボルトの地山内部での補強効果とそのメカニズムの把握を行った。本論では、実験結果を受けて写真解析を行い地山内部のひずみ分布を把握し、良好な結果を得たのでここに報告する。

2. 写真解析の方法

本模型実験では、写真撮影により地山内部の変位量を把握する。

本実験のように実験の開始から終了までを写真撮影する場合、各々のステップの写真で撮影角度等の状態が異なり、写真にひずみが生じることが考えられる（図-1）。本研究では、地山内部の変位量を把握するため、こうした写真そのもののひずみはなるべく最小限に抑えたい。そこで、写真解析を実施した。

本写真解析は、図-2に示すように、1枚の写真をスキャナーで読み込みデジタルデータに直したものを、コンピュータソフトを用いて修正・加工するものである。これにより写真の誤差を最小限に抑さえ、ステップ毎の写真の条件を画面上で統一させ、実験中の地山変位を観測する。なお、スキャナーを用いないでphoto-CDによる方法もある。

これによって、各ステップ毎の写真を比較した時の基準格子点及び中間位置の変位を読みとり変位分布図を作成する。さらに、この変位量分布図をもと

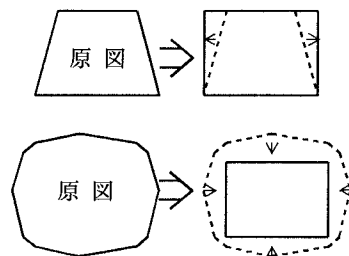


図-1 写真解析によるひずみ補正

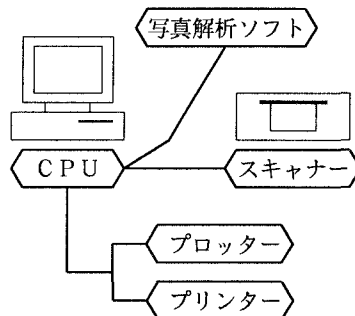


図-2 写真解析装置

にひずみ分布を求める。

3. 解析結果

模型実験は、無補強の場合と4種類の補強を行った場合（補強間隔1cm又は2cmピッチ、及び、補強範囲1W又は2Wの組み合わせ）の5パターンについて行った。写真撮影は、各実験パターン毎に、落し戸が0.5mm降下する毎に0mmから10.0mmまで行った。これにより、落し戸の降下量に伴う地山内部の状態の変化を追った。

写真解析により得られたひずみ分布図の例を図-3に示す。このうち、図-3(a)は無補強の場合のひずみ分布であり、図-3(b)は垂直縫地ボルトによる補強（補強間隔1cmピッチ、補強範囲2Wの場合）の結果を示している。また、この分布図は、落し戸を10mm降下させたときのものである。

この図からわかるように、せん断ひずみは無補強の場合に落し戸の両端部に集中し、地表部にまでその影響が表れている。これに対して、ボルトを補強した場合には、せん断ひずみは落し戸付近に集中し、地表へ影響を及ぼすことが少なくなるとともに、全体的にひずみ量が3/4に低下している。補強範囲やボルトの補強間隔によって、補強によるひずみの抑止量に大小の違いはあるものの、このような地山内の抑止効果はどのような補強の場合にも見られる。

このように、将来設計に結びつくような垂直縫地ボルトによるひずみの抑止効果を把握することができた。

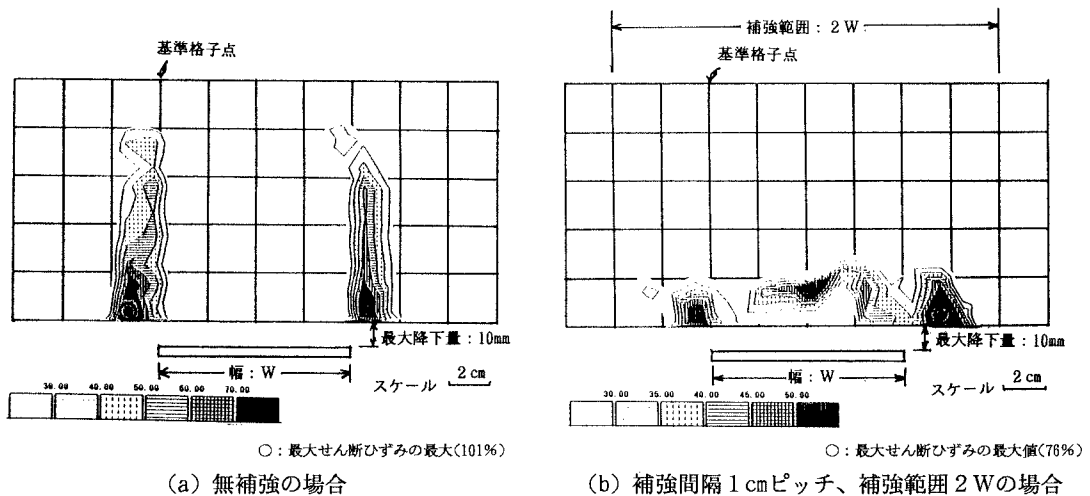


図-3 最大せん断ひずみ分布図

4. おわりに

本実験では、垂直縫地ボルトの補強効果を、地山内部の変位の面から捉えることができた。これは、今後の定量的なボルトの設計のための参考になるとと思われる。

さらに、本実験装置では、地山内部の変位の他に、装置底部に作用する荷重変化も観測している。これにより、地山内部の応力分布を逆解析的に求めることが可能である。今後は、この点の検討を踏まえ、より詳細に地山内の状態を検討し、設計を行う上での適切な指針を導き出していくよう努める所存である。

<参考文献>

- 1) 多賀直大, 嘉指登志也, 西村和夫, 進士正人(1993): 垂直縫地補強工の支保効果に関する実験的考察, 土木学会第25回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集.
- 2) 嘉指登志也, 西村和夫, 進士正人(1994): 逆解析手法に基づく垂直縫地工法に関する研究, 第9回岩の力学国内シンポジウム講演論文集.