

Ⅲ - A351

CCDカメラを用いた3次元計測方法の法面動態観測への適用

横河ブリッジ	技術本部技術開発室	正会員	横尾正幸
日本道路公団	試験研究所防災・雪氷研究室	正会員	永吉哲哉
日本道路公団	技術部	正会員	竹内孝光
横河ブリッジ	技術本部技術開発室	正会員	小桜義隆

1. はじめに

高速道路等における橋脚等の掘削の急勾配化は、道路用地の縮小による経済的メリットの他に、自然環境の保全などにも役立つ。このため、JHでは均一自然斜面と想定した盛土を構築し、鉄筋補強土工による急勾配化の補強効果を確認するため、実物大試験を行った。この試験では、施工時の法面の安全監視方法や法面の破壊形態の観察が重要課題となった。

一方、筆者らはこれまでCCDカメラを用いた3次元計測システムを開発し、斜面の動態観測¹⁾に適用してきた。今回の施工試験では、この計測システムを本試験に適用し、上記の課題解決に当たった。

2. 試験概要

鉄筋補強土試験体および計測システムの概要を図-1に示す。試験方法は、一般の盛土地盤を対象に行い、掘削(1.2m)→鉄筋補強→計測のサイクルを4回繰り返し、図-1に示す高さ5m×幅5mの法面を形成する。その後、天端に荷重を載荷し法面の破壊実験を行う。本計測システムでは、2台のCCDカメラで複数の円パターンのターゲットの中心座標を計測する。試験体には、計測用カメラの微小変位を補正するための不動点(①, ②)を含めて、全部で14点のターゲットを取り付けた。CCDカメラの視野は、これらのターゲットをすべて計測できるように(幅7m×高7m)とした。計測は、最小30秒間隔で行い計測値をファイルに記録した。なお、ターゲットの中心には、光波測距儀(MONMOS：ソキア社製)用ターゲットも貼付し、本システムによる計測値と光波測距儀の計測値が比較出来るようにした。

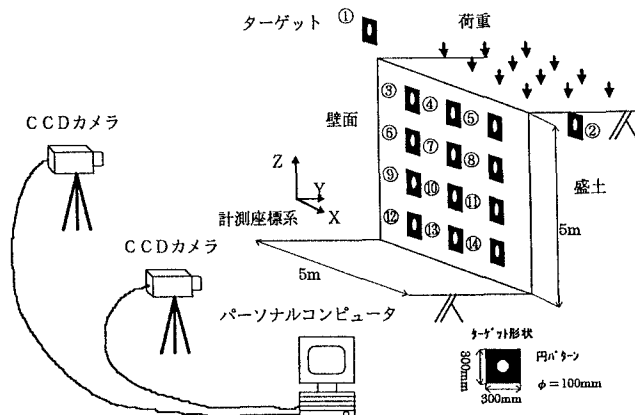


図-1 鉄筋補強土試験体および計測システム

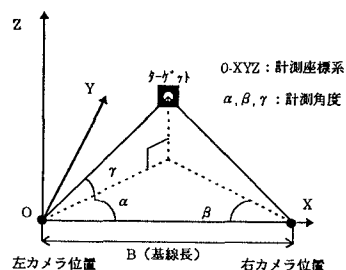


図-2 三角測量のモデル

3. 計測精度の確認

本計測システムの計測精度を検証するため、実験を行った。本計測システムは写真測量の原理を用いているが、これは簡単な三角測量の応用である。図-2は三角測量のモデルである。計測誤差は、三角測量の式に誤差伝搬の法則を適用して求めることができる。2台のカメラの基線長を21m、 $\alpha = \beta = 53^\circ$ 、 $\gamma = 0^\circ$ 、基線

Key Word：鉄筋補強土工、自動監視、3次元計測、CCDカメラ

〒273 千葉県船橋市山野町27番地

TEL. 0474-35-6161 FAX. 0474-35-6160

長誤差 0, 角度誤差 40 秒とすると、3次元座標値の理論誤差 (ΔX , ΔY , ΔZ) は 3.0~4.2mm となる。これらは、実測精度 2.9~5.5 とよく一致していた。また、本計測システム計測値と光波測距儀計測値の最大相対差は 5~6mm であった。これは、理論最大相対誤差(本計測システムの計測最大誤差と光波測距儀計測最大誤差の二乗和平方根) 4~6mm とよく一致した。

4. 計測結果

図-3は、掘削完了後の載荷時における測点⑩の荷重と変位の経時変化である。載荷は2日間にわたって実施した。計測は掘削開始から行っているため、載荷開始前にYおよびZ方向に-10mm程度の変位が生じている。図中には光波測距儀で測定した値も示すが、壁面が連続変位をはじめた2/20の9:22の測定値にY方向に約10mmの差がみられる。これは、光波測距儀では全測点の測定に10分程度かかるのに比べ、CCDカメラ計測では多点を同時に計測するため、両者の計測時間にずれが生じるためである。

図-4は、法面の破壊状況である。時間経過につれ法面形状が変化している様子がわかる。法面の計測は、測点⑩(最大変位)が壁面直角に-166mm、鉛直方向に-191mmに達するまで行え、その後は法面が全面的に崩壊した。

5. まとめ

今回の実験により、次のような結論が得られた。

- 1) 本計測システムの計測精度は、視野 7m×7m の範囲で約 5mm の誤差であり、理論的にも推定できることが確認できた。また、今回のような計測範囲であれば、鉄筋補強土工の安全監視に利用できることも判明した。
- 2) 本計測システムは、最大 200mm 程度まで多点の同時計測が行えた。また、法面変位を自動追尾しており、その時までの法面の破壊形状を数値的に捉えることができた。

以上のように、本計測システムは今回の施工試験での計測に関わる課題に対してはクリアーできた。しかし、このシステムを実施工の安全監視に利用する場合は、計測精度の向上と計測範囲の拡大という2つの新たな課題に取り組む必要があると思われる。

〈参考文献〉1) 鳥居・小櫻・高田, 「CCDカメラによる土木構造物の計測」, 塑性と加工, 第37巻第431号, 1996年12月, pp1283~

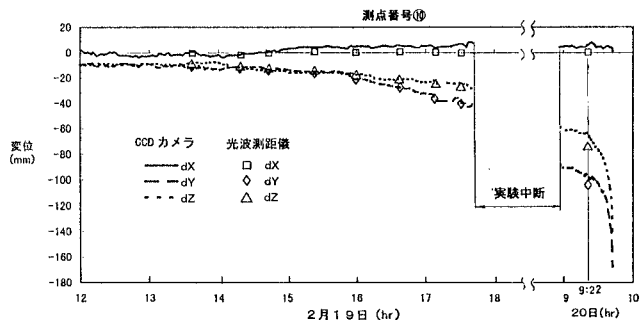


図-3 載荷時における法面変位の経時変化

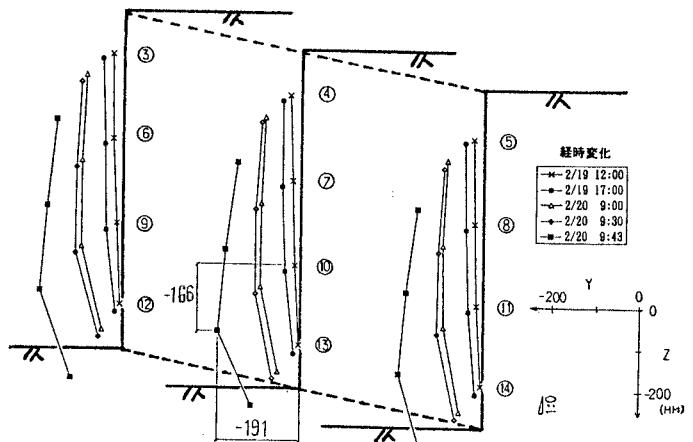


図-4 載荷時における法面の破壊形態