

近接施工における既設R C構造物の新しい管理手法―曲率管理―

東海旅客鉄道株式会社 建設工事事部 正会員 ○日下部昭彦
 ジェイアール東海コンサルタンツ（株） 横山 知昭
 前田建設工業（株） 土木設計部 正会員 手塚 広明

1. はじめに

近接施工における既設R C構造物の計測管理値は、施設としての機能確保の面からの管理値と構造安全性確保の面からの管理値がある。機能確保に関する管理指標は、一般的に変位・変形であり、これらは傾斜計や沈下計といった従来の計測器のみで対処可能である。一方、構造安全性確保に関する管理指標として、鉄筋応力度が重要となる場合が多いが、以下の理由により、現在、あまり実施されていないのが現状である。

①鉄筋に歪みゲージを貼付ける際に、コンクリートをはつる必要がある

②歪みゲージを複数箇所に貼付けても局部的な計測となり、全体の応力分布を把握することが困難である

そこで、本論文では、上記の問題点を解消するために、応力度の代用特性として曲率に着目した、近接施工における既設R C構造物の構造安全性確保のための新しい管理手法の事例を報告する。

2. 工事概要

この新しい管理手法を採用した事例は、地中に埋設された既設R Cボックスカルバート（土被り 1.5m）の上載土を事前に撤去した後に、近接して山留め開削（カルバート縦断方向に平行して掘削）を行う工事である。FEM解析等による影響検討で、掘削に伴うカルバートの荷重状態の変化に伴い、鉄筋の増加応力度が、かなり大きくなる個所が発生する事が予想された。そこで、カルバートの構造安全性確保の為に、曲率を管理指標とした情報化施工を実施した。

3. 計測管理方法概要

（1）曲率計測方法概要

曲率管理は、R C地中連続壁の山留め壁の管理手法として一般的であり、曲率計測方法は図-1 に示すように、内側と外側の鉄筋のひずみ計から算定する方法1と、傾斜計から算定する方法2がある¹⁾。ただし、既設R C構造物を対象とする場合、方法1は、上述①～②より適応不可能な場合が多い。また方法2は、山留め壁のように数mm程度の変形（傾斜）が発生するものを対象にする場合には、従来の傾斜計精度で曲率計測が可能であるが、当カルバートの様に剛性の大きなR C構造物を対象とする場合、従来の傾斜計精度では、工事中の微少な曲率の変化を捕捉することはできない。そこで、微少傾斜の計測が可能なE Lビームセンサー（精度±0.01mm/m）を用いることで方法2により曲率計測した。このE Lビームセンサーは、アルミニウム製の角パイプ（38mm×38mm×1000mm）に微少傾斜が測定できるセンサーを取り付けたものであり、センサは気泡を含んだ電解液が充填され、傾斜に伴って移動する気泡の位置を電気抵抗の変化として捕らえている。これを、図-2 に示すように、カルバート外周（底版は設置せず）にアンカーボルトで連続的に設置することで1.0m毎の連続的な傾斜が測定できる。

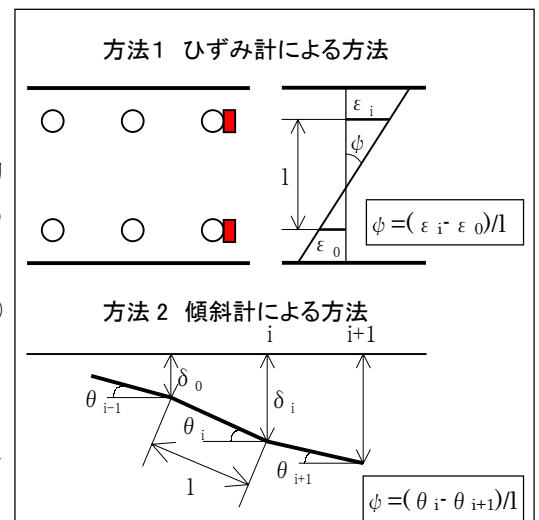


図-1 計測方法

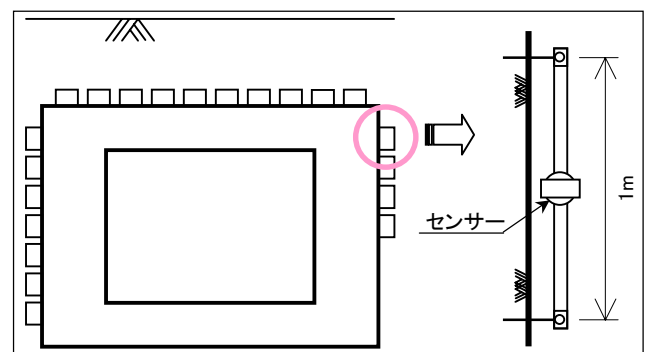


図-2 センサー位置図

キーワード：近接施工、ボックスカルバート、曲率、M-φ曲線、E Lビームセンサー、

図-3 は、当カルバートの上載土を撤去した場合の上床版の理論傾斜角と従来の傾斜計精度と E L ビームセンサーの傾斜角精度を示すが、E L ビームセンサーは、十分な計測精度を有していることが分かる。この E L ビームを工事前に、局部的にカルバートを掘削して設置し、再度埋戻した状態を初期値とした。

（２）計測管理方法概要

図-4 に示すように、各部位毎に曲げモーメント (M) - 曲率 (ϕ) 関係図を作成し、鉄筋やコンクリートが許容応力度に達する際の曲率を許容値とする手法を用いた。ただし、許容曲率算定には、工事着手前の曲率が必要となるが、この値を計測する事は不可能であるので、構造計算により算定した。部位毎の配筋に応じた許容曲率から図-5 に示すカルバート全体の許容曲率分布図を作成して、これを管理値として、曲率管理を実施した。

4. E L ビームセンサーの検証結果概要

上載土撤去時の曲率計測した結果を図-6 に示す。なお、E L ビームセンサーの検証目的で、部分的に鉄筋に歪ゲージを貼付けて方法 1 により算定した曲率も計測したので併せて示す。これにより、E L ビームセンサーによる曲率は、計算による曲率、歪みゲージによる曲率とほぼ合致していることから E L ビームセンサーが曲率計測として十分適応可能であることが判明した。

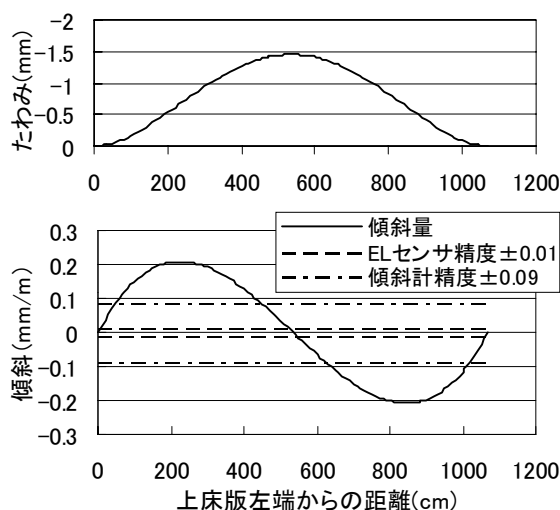


図-3 計測精度比較

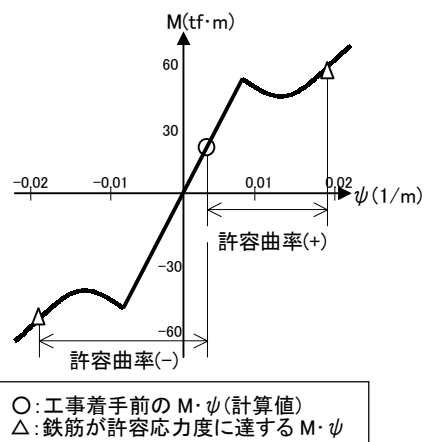


図-4 M- ϕ 関係

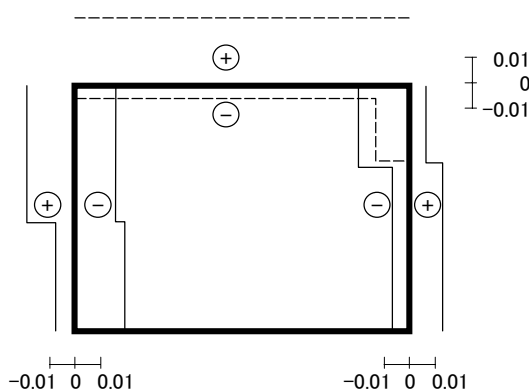


図-5 許容曲率分布図(1/m)

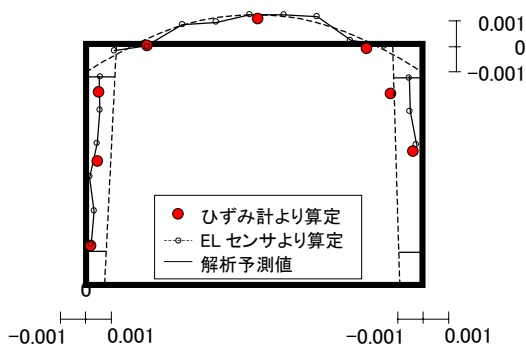


図-6 曲率計測結果(1/m)

5. まとめ

工事中は、カルバート全体の曲率形状が分かるため、カルバートの荷重状態の想定ができた。これにより、各施工段階毎に図-4 の非線形を考慮した精度の高い曲率予測解析を行うことが可能となり、許容値以内で工事が完了できた。この管理手法はボックスカルバート以外の構造物でも適応可能であり、更に近接施工における管理手法のみならず、構造物のモニタリングシステムとしても適応可能な手法であると考えられる。