

近接施工時における非接触多点計測装置を用いたセグメント断面力算出に関する一考察

鹿島建設（株）	正会員	紀伊吉隆
阪神高速道路（株）		渡辺真介 松川直史
計測技研（株）	正会員	○石下和雅
計測技研（株）	正会員	藤原伸輝
計測技研（株）	正会員	橋村義人

1. はじめに

阪神高速道路・大和川線シールドトンネル工事は、往復約4km、セグメント外径 12.23m の道路トンネルである。本工事の特徴として、先行トンネルと後行トンネルとの離隔が1m未満と非常に近接していることから後行トンネル掘進時の先行トンネルへの併設影響が懸念された。

通常、この併設影響を把握するためには、セグメント製作工場にてセグメント内部にひずみ計を設置することと、後行トンネルが併設影響範囲に入る前に、先行トンネル内面に内空変位計を設置することが行われている。

その際、工場にてセグメント製作時にひずみ計が破損する場合や、セグメント組立時にケーブル切断等のトラブルによりデータ取得が不可能となる場合がある。

ここでは、計測したい断面に簡単にセット可能な非接触多点計測装置による内空断面形状の測定を実施し、得られた内空断面形状変化量から併設増分曲げモーメントの算出を行った。当現場では、この計測装置をシールド掘進機のテールクリアランス測定及びセグメントリング組立直後の真円度測定にも用いている。

2. 計測手法

図1に示すように、360度回転式小型ミラーを備えたレーザー距離計を先行トンネル内部に1台設置し、トンネル内面を非接触にて多点計測することにより、併設影響による先行トンネルの内空断面形状変化量の測定を行った。

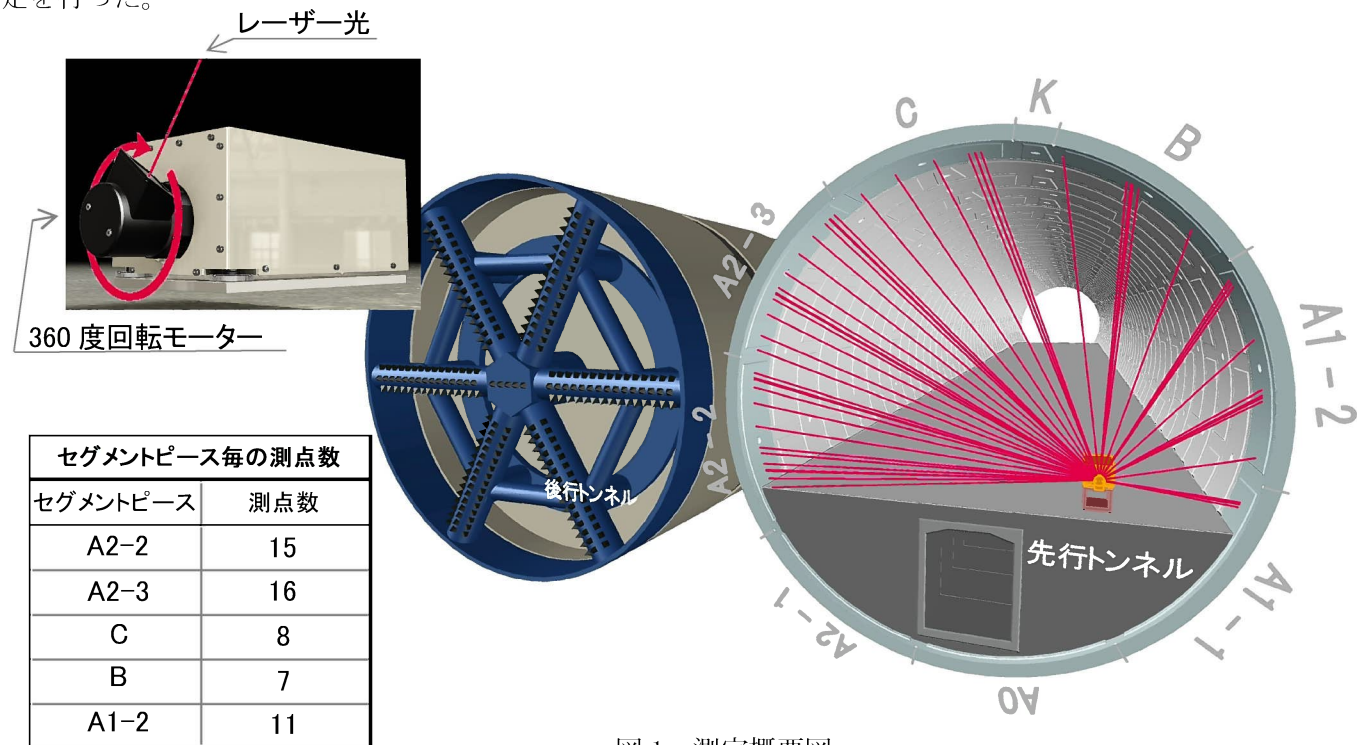


図1 測定概要図

キーワード 近接施工, 非接触, 多点計測, 真円度, 内空断面形状変化量, 併設増分曲げモーメント

連絡先 〒660-0803 兵庫県尼崎市長洲本通1丁目14-1 計測技研株式会社 TEL06-6401-2288

3. 計測結果

2. で説明した計測装置を原点とし、測定した角度と距離から算出した先行トンネルの内空断面形状変化量を図2に示す。

スプリングライン付近の水平方向の内空断面形状変化量については、セグメント A2-2 で-4.5mm、セグメント A1-2 で-0.2mm という結果が得られ、これらの値からシールドマシン通過前後での内空変位量は+4.3mm となった。トンネルセンターの天端付近の鉛直方向の内空断面形状変化量は、セグメント C で-2.6mm となった。

4. 併設増分曲げモーメントの算出方法

内空断面形状変化量から併設増分曲げモーメントへの算出方法を図3に示す。

梁部材の曲げモーメントとたわみ角との関係式を用いて、併設増分曲げモーメントの算出式を式(1)に示す。

$$M_{i-1} = -EI (\theta_i - \theta_{i-1}) / \Delta L_{i-1} \cdots \text{式(1)}$$

ここで、

M_{i-1} : 測点 $i-1$ の併設増分曲げモーメント

EI : 曲げ剛性

θ_{i-1} と θ_i : 測点 $i-1$ と i のたわみ角

ΔL_{i-1} : 測点 $i-1$ と i 間の弧の長さ

図中の δ_{i-1} 、 δ_i 、 δ_{i+1} : 測点 $i-1$ 、 i 、 $i+1$ の内空断面形状変化量

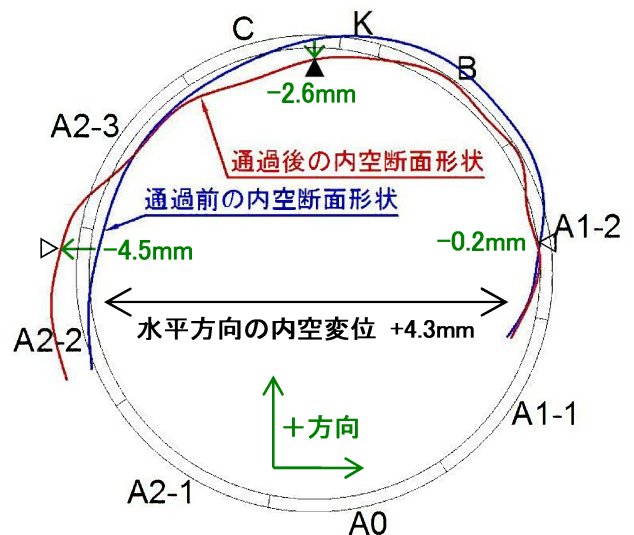


図2 内空断面形状変化量

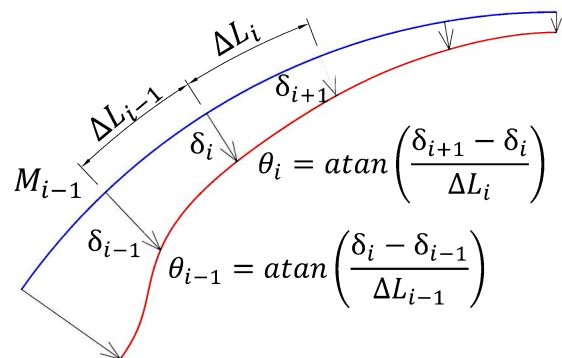


図3 併設増分曲げモーメントの算出

5. 併設増分曲げモーメントの算出結果

図2に示したシールドマシン通過前後での内空断面形状変化量から、式(1)を用いて算出した併設増分曲げモーメントを図4に示す。

6. 応力度照査について

当現場では、設計上併設増分軸力が比較的大きく発生するのは、セグメント A2-1、A2-2、A2-3 であった。

今後、併設増分曲げモーメントと軸力を考慮した円周方向の応力度照査を行う場合には、後行トンネルに近い先行トンネルセグメントの中立軸にひずみ計を円周方向に設置し、併設増分軸力を測定すれば最小限の計測機器で併設増分応力度照査を実施できると考える。

7. おわりに

近接施工時における非接触計測装置を用いたシールドトンネルの内空断面形状変化量から併設増分曲げモーメントを算出する一例を示すことができた。

今回は合成セグメントを対象とした計測であったが、今後はRCセグメント、鋼製セグメントなど、多種類のセグメントでの測定を行い、設計値や他測定機器との比較を実施したいと考えている。多種類のセグメントでの検証を行った後、近接施工時における既設のシールドトンネルだけでなく、近接構造物全般のリアルタイムモニタリングの新たな手法としてこの計測装置を広げていきたい。

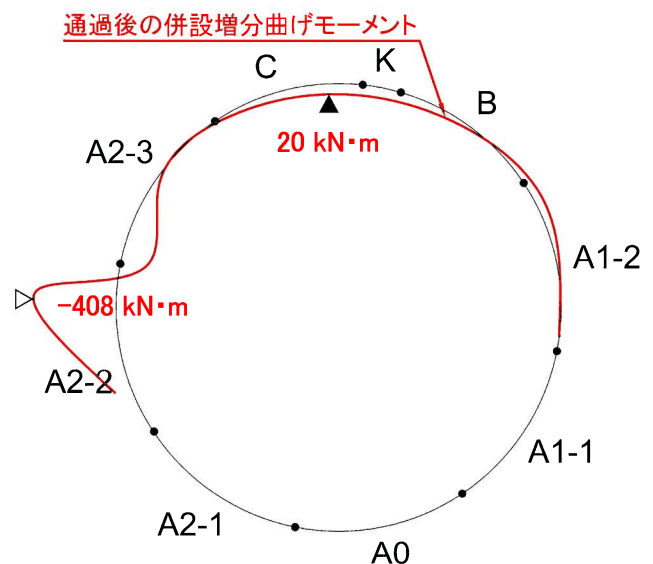


図4 併設増分曲げモーメント