



トンネル覆工のレーザ計測結果の解釈

既設トンネルの維持管理を目的としたレーザスキャニングでは、得られた 3 次元点群データを加工することで、覆工の長期安定性を検討するための重要な知見が得られます。

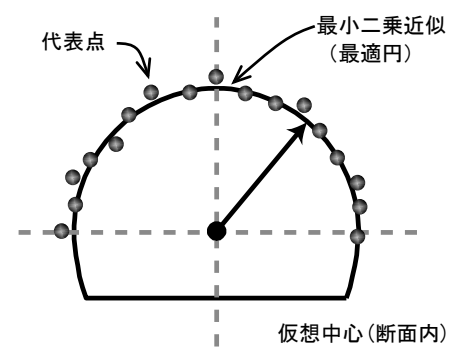
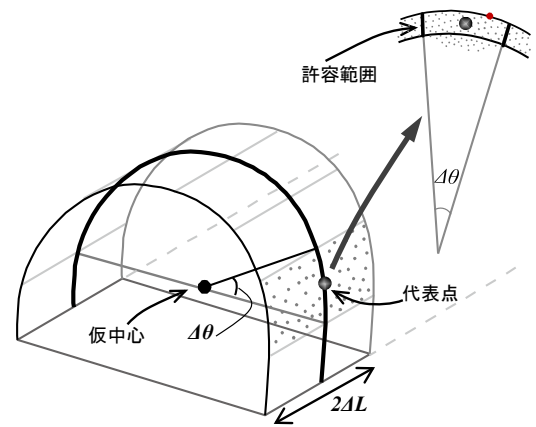
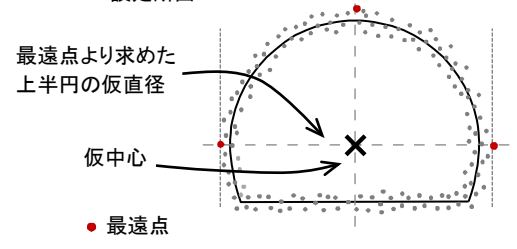
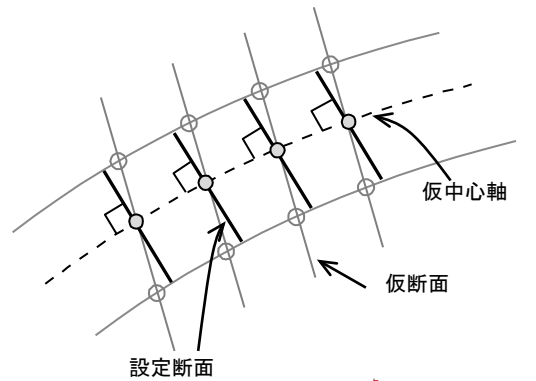
トンネル覆工のレーザ計測データの処理

計測されたレーザデータは、次のように処理します。

まず、適当なトンネル中心を軸方向に連ねた軸を仮定し、トンネル縦断方向に一定の間隔で仮断面を作成します。断面と点群データとの交点を求めた後、水平方向の最遠点を結んだ線上に、最上部の点から下した垂線との交点を求め、これを断面の仮中心点とします。仮中心点を連ねて仮中心軸を設定し、これと直行するように断面を設定します（右図上）。

設定した各断面において、半径方向に一定角度 ($\Delta\theta$) 内で、かつトンネル軸方向に一定距離 ($2\Delta L$) 内の点群データを対象に、仮中心軸に対する最遠点から一定の幅（右図中の許容範囲）にある点群データを抽出します。抽出された点群データの座標を単純平均し、この範囲における「代表点」の座標とします。この手法により、計測システム自体の測定値のばらつき、反射強度やビーム径の影響によるばらつきを最小化します。

各断面について、代表点が円弧の近傍にあると仮定した上で、この円弧の中心と曲率半径を最小二乗法により求めます。求められた円について、ここでは最適円と呼ぶこととします（右図下）。



得られたレーザ点群データの一部*

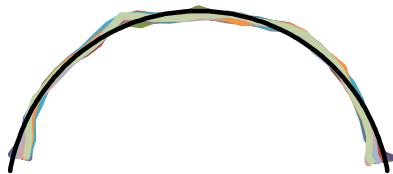
*菅原他: 矢板工法で建設されたトンネルの移動体レーザスキャニングによる覆工形状計測, 土木学会論文集 F1(トンネル工学), Vol.78, No.1, pp.1-12, 2022.

最適円からの乖離と曲率半径の分布の例

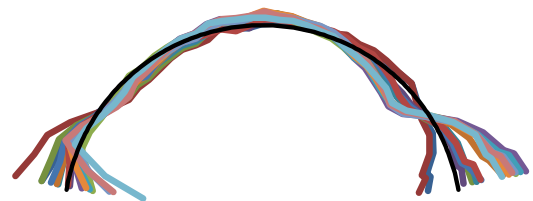
下図左側のトンネルは逆巻き工法のもので、最適円からの乖離が小さく、変状はないと判断できます。覆工スパン方向の曲率半径分布を平均値で正規化したものを見ると、大部分のスパンで特徴的な形状が見られています。このような曲率半径の分布は外力による覆工の変形によってもたらされるとは考えにくく、覆工コンクリートの硬化過程の変形か型枠形状に起因するものであると判断できます。このことも変状がないとの推測を後押しします。

下図右側のトンネルでは、各スパンでの最適円からの距離は大きく数 cm に達する場所もあります。この原因は、側壁導坑先進工法により施工されていることにありと考えられます。側壁導坑先進工法では、トンネル上半覆工が、先に施工された側壁コンクリートの天端に合わせて打設されます。このため、上半覆工の施工は側壁コンクリート天端の施工精度に左右されます。例えば、覆工が上半脚部付近において上げ越しされて施工された場合には、この部分で形状の変化が生ずると考えられます。

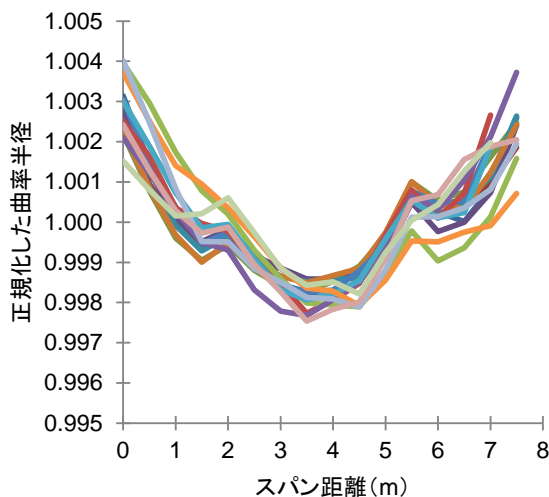
また、曲率半径分布はばらつきが見られ、型枠の設置精度が低いか、施工中あるいは施工後に何らかの荷重を受けたことが推定されます。このような場合は、覆工のひび割れ分布などを参考にして、変状の可能性を検討することが望まれます。



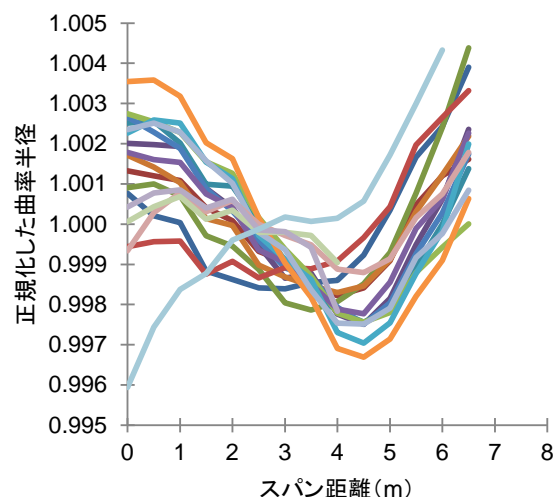
最適円からの距離



最適円からの距離



曲率半径の分布
上半先進工法(逆巻き)



曲率半径の分布
側壁導坑先進工法(順巻き)

<https://www.geolab.jp> お問い合わせは chisouken@geolab.jp