

(株) 応用地質調査事務所 正会員 近藤達敏
同 上 正会員 ○土屋 浩
同 上 阿部知之

1. ま え が き

トンネル覆工等の部材断面力を測定するために、チューリッヒ工科大学のKovári¹⁾ はカーボメータおよびデフォーメータを開発した。これは、部材の変形量を測定することによって、部材に生じている断面力を算定しようとする方法であり、Integrated Measurement と名付けられている。

布山・他²⁾ は、浅いトンネルの直上に盛土を施工する際の覆工コンクリートの断面力測定にこの方法を適用した。また、北川・他³⁾ は、NATMトンネルの吹付コンクリートの断面力測定にこの方法を適用した。

今回は、併設シールドトンネルの先行側に計測断面を設け、その側方を後行トンネルの切羽が通過する際のセグメント断面力をカーボメータおよびデフォーメータによって測定した。測定された軸力および曲げモーメントの分布は、内空変位測定結果ともよく整合し、より正確にセグメントの挙動が明らかとなった。

2. トンネルの概要

地質は第三紀鮮新世の砂層および泥岩であり、土被りは約15mである。トンネルの掘削径は、6830mm、中心線間隔は12mであり、泥水加圧式による併設シールドトンネルである(図-1)。

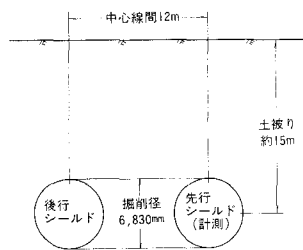


図-1 トンネルの概要

セグメントは外径6600mm、内径6000mm、巾900mmで、円周方向に7分割された鉄筋コンクリート製である(図-2)。

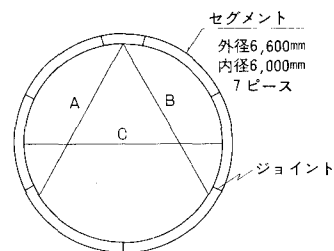


図-2 セグメントと内空変位測線
後行トンネル切羽通過

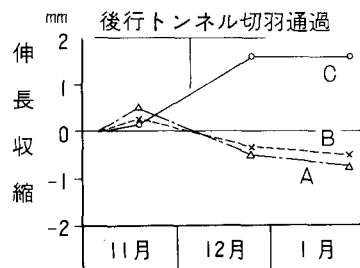


図-3 内空変位測定結果

3. 内空変位測定結果

先行トンネル内に図-2のような内空変位測線を設定し、後行トンネルの切羽が計測断面の側方を通過する前に2回、通過後に2回の測定を行なった。その結果を図-3に示した。

A測線は0.7mm、B測線は0.5mmの収縮を示したのに対し、C測線は1.6mmの伸長を示し、円形のセグメントが横長の楕円になろうとするような変形をしたことを示している。

4. セグメント断面力の測定方法

カーボメータおよびデフォーメータの測線を図-4のように配置した。単位測定長は50cmであり、図-5のように測線の長さLの変化量 ℓ をデフォーメータで、測定区間の高さFの変化量 f をカーボメータで測定した。測定時期は前項と同一であり、2つの測定値 ℓ 、 f から次式によってセグメントの単位厚さ(1cm)当

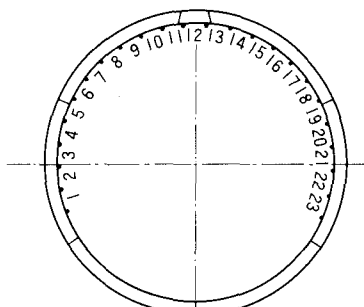
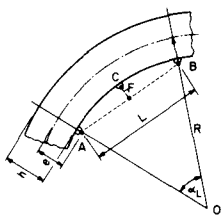


図-4 断面力測定の測線配置

りの断面力を算定した。

軸 力
$$N = \left(\frac{\ell}{L} + \frac{8ef}{L^2} \right) EA \dots\dots\dots(1)$$

曲げモーメント
$$M = \frac{8f}{L^2} EI \dots\dots\dots(2)$$



半 径 $R = 315\text{ cm}$
部材厚 $h = 30\text{ cm}$
偏心量 $e = 15\text{ cm}$
測定長 $L = 50\text{ cm}$
断面積 $A = 30\text{ cm}^2/\text{cm}$
断面 2 次モーメント

図-5 部材の形状と測定量

$I = 2,250\text{ cm}^4/\text{cm}$
弾性係数 $E = 350,000\text{ kgf/cm}^2$

5. セグメント断面力の測定結果
セグメント断面力の測定結果を図-6に示した。曲げモーメントMは測点8を中心とする左肩部で正の値を示し、測点1を中心とする側壁部で負の値を示している。セグメントのジョイント位置に当たる測点5, 11, 13, 19については、部材が連続していないので断面力の算定は行わないことにした。

軸力Nを応力度に換算すると、左側で30～60％、右側で30～40％を示している。

隣り合う測線間における力のつり合い条件から、その区間のセグメントが地山から受ける応力Rは左側で3～5％、右側で3～4％を示している。また、接線方向応力Tは全般に1％未満で明瞭な傾向は認められない。

6. 結 論

内空変位測定と断面力測定の結果は共に円形のセグメントが横長の楕円になろうとするような変形をしたことを示している。

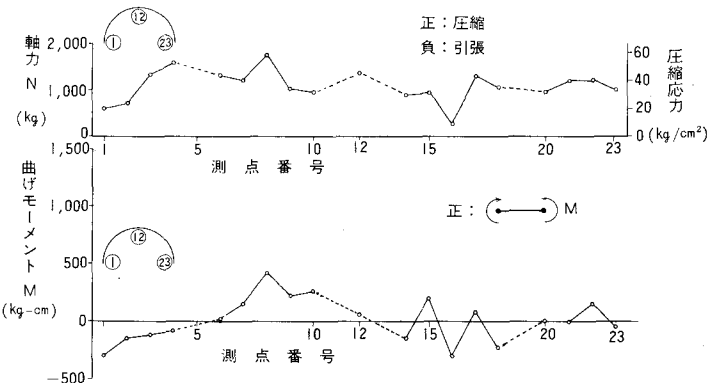


図-6 セグメントに発生している断面力

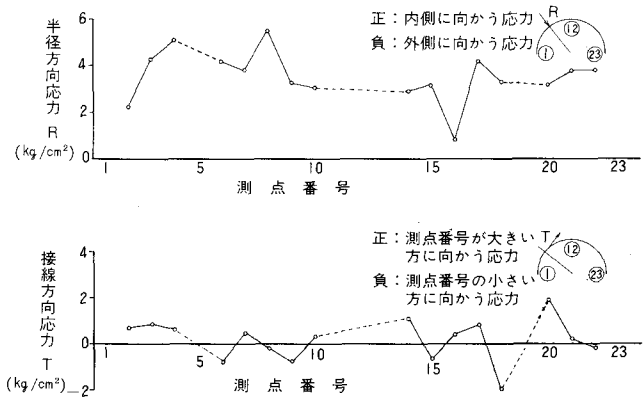


図-7 セグメントに作用している外力

参 考 文 献

1) K. Kovári, Ch. Amstad, P. Fritz : Integrated Measuring Technique for Rock Pressure Determination, Proceedings of the International Symposium on Field Measurements in Rock Mechanics, Zürich, April 1977.
2) 布山征一郎, 近藤達敏, 土屋 浩 : 盛土による増加荷重を受けたトンネル覆工コンクリートの変形挙動, 第18回土質工学研究発表会講演集, 1983年6月.
3) 北川修三, 大貫富夫, 近藤達敏, 土屋 浩 : NATMトンネルにおけるカーボメータ・デフォーメータによる吹付コンクリート断面力測定について, 土木学会第14回岩盤力学シンポジウム講演論文集, 1982.