

III-420

シールド工法による都市トンネルの内部切広げ工事におけるセグメント計測結果

東京電力㈱ 正会員 西脇 芳文 正会員 真砂 洋
同 上 綿引 秀夫

1. はじめに

トンネル内部をシールド工法により一部切広げる工事を実施した。この工事は先行して施工した1次シールドトンネルより径が大きく、二重円筒構造の拡大シールドを用い、1次シールドトンネル外周をトンネル軸方向へリング状に掘進し、内部を切広げる工事である。この拡大シールドをトンネル内にセットするため、円周シールドをあらかじめ1次セグメントに組込んだガイドリングに沿わせて円周掘進し、掘進に合わせて円周シールド機内で円周セグメントを組立てることにより、拡大シールド組立てスペースを確保した。この施工に伴いトンネル構造が変化することから、施工時の安全性をチェックすることを主目的としてセグメントの挙動を計測した。本報告はこの計測結果の内、円周シールド掘進部外側の1次セグメント計測結果について報告する。

2. 1次セグメントの設計および計測方法

この工事に使用したセグメントは図-1に示すとおりである。円周シールド掘進状況は図-2に示すとおりで、掘進中においては、ガイドリング間の1次セグメントは円形に閉合されない状態となる。開口部周辺の補強については、薬液注入により改良された周辺地盤がアーチ構造体となり、円周シールド幅に相当する範囲の地山荷重を受けることとし、反力を掘削位置に隣接する補強型セグメントが支持する構造として設計した。この結果によると、補強型セグメントに発生する最大断面力はリブ1枚当たり軸力 -47tf 、曲げモーメント $+6.2\text{tf}\cdot\text{m}$ 、最大応力度は $1975\text{kgf}/\text{cm}^2$ となる。

計測位置は図-1に示すとおり、補強型セグメント2リング、一般型セグメント1リング計3リングに頂部と底部の主桁に、有効長50mmのストレインゲージ型のひずみ計を設置した。

管理基準については、一次管理値は設計値とし、二次管理値は部材の材料強度に基づいた許容応力値とした。

3. 計測結果および考察

1次セグメント底部の計測結果は図-3、4に示すとおりであり、主な結果は次のとおりである。①最大軸力(リブ1枚当たり)はC断面で $+47\text{tf}$ 、図-2 円周シールド掘進状況 B断面で -16tf 、A断面で -23tf であり、ガイドリングに隣接した補強型セグメント(C断面)はB、A断面と比較して異った傾向を示している。②最大曲げモーメント(リブ1枚当たり)はC断面で $+0.9\text{tf}\cdot\text{m}$ 、B断面で $-0.9\text{tf}\cdot\text{m}$ 、A断面で $-0.6\text{tf}\cdot\text{m}$ であり、三者に大きな差はなかった。③最大応力度はC断面で $+895\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、B断面で $-428\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、A断面で $-666\text{kgf}/\text{cm}^2$ であり、1次管理値(C、B断面; $+720$ 、 $-1230\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、A断面; $+554$ 、 $-670\text{kgf}/\text{cm}^2$)と比較して、いずれも下回っていた。④施工中の断面力変化は円周シールド設置まで顕著な動きを示し、それ以後は裏込め注入時、円周セグメント閉合時にその影響が現われた。発進基地掘削完了までに補強型セグメント2リング間の軸力に大きな差が生じ、C断面は正の増加を示し、

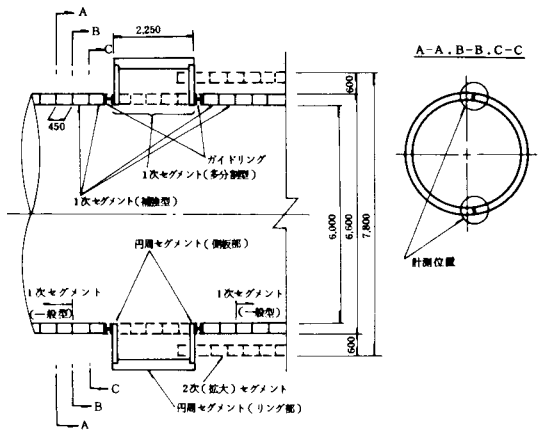
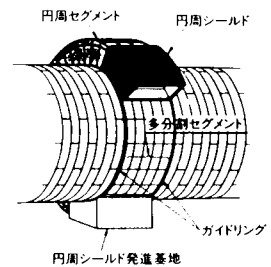


図-1 セグメントの配置



最大値は+43tf、B断面は負の増加を示し、最大値は-16tfであった。

以上の結果を考察すると、①地山が自立性に優れ、固結していたことから掘削に伴い土圧が増大する状態ではなく、セグメントの変位を拘束した。その結果としてセグメントに発生した断面力については、主として軸力が大きくなったものと考えられる。②セグメントの開口に伴う隣接するセグメントに対する影響は、図-4に示すとおりであり、ガイドリングから約1.5m離れた一般型セグメントまで及んでいるが、その影響は隣接する補強型セグメントに対する影響と比較して小さい。③下部セグメント撤去時には開口周辺で地盤反力が増加し、ガイドリングは横方向に変形し、円周シールド発進基地の掘削ではガイドリングと補強型セグメントの基礎地盤の一部がなくなったため、ガイドリングは縦方向に変形した。ガイドリングに隣接しているC断面はこの影響を受け挙動したものと考えられる。しかしながらB、A断面では、ガイドリングの影響が軽減され、開口による荷重増により軸力が増加したものと考えられる。

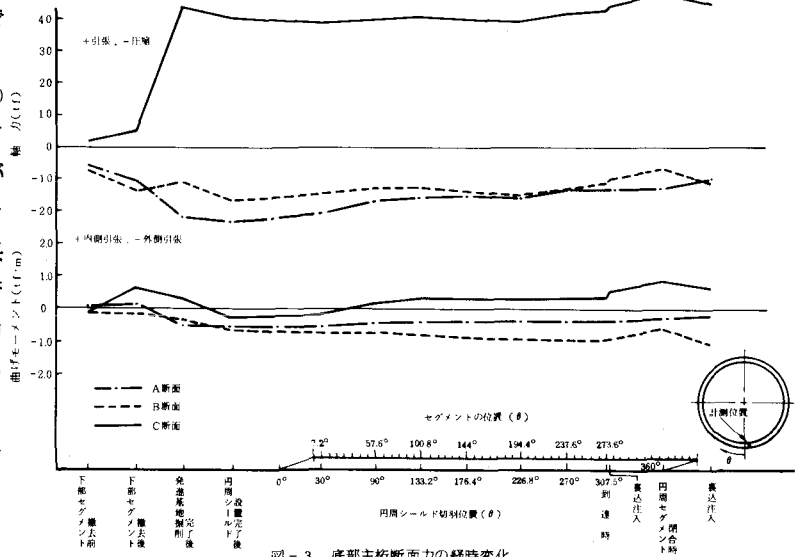


図-3 底部主断面力の経時変化

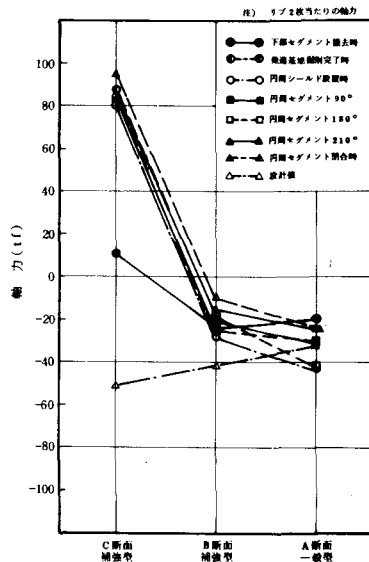


図-4(a) 底部主断面の軸力分布

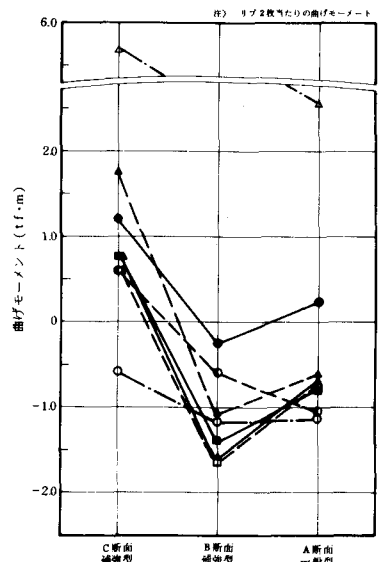


図-4(b) 底部主断面の曲げモーメント分布

4. まとめ

今回シールド工法による内部切広げ工事を初めて実施した。円周シールド施工に伴う1次セグメントの開口の影響について、計測を試みた。本構造物に関しては剛性の異なる多くの部材から構成されていること、掘削方法によって構造形態が変化すること、地山性状にばらつきのあること等から計測値の解析については課題が多く残されている。今後は合理的な設計方法を確立するためのデータを蓄積していきたい。

- (参考文献) 1) 土屋、新津、福島: 滞水砂層における拡大シールド工法、トンネルと地下、Vol.15, No.11, 1984-11 2) 西脇、真砂、綿引: シールド洞道内をシールドで部分拡大、トンネルと地下、Vol.16, No.10, 1985-10 3) 林、西脇、真砂: シールド工法による都市トンネルの内部切広げ工事、土木学会誌、Vol.71, 1986-3