

Ⅲ-B 116

リングシールド工法の開発(その15) — 作業坑を仮設トンネルと考える場合の検討 —

東急建設 正会員 高松伸行 日本国土開発 正会員 米山秀樹
住友建設 正会員 金子正士 三菱重工業 正会員 松本隆夫

1. はじめに

リングシールド工法は、シールド推進時にトンネル外殻部分のみを掘削して覆工を構築し、その後内部の掘削を行ってトンネルを完成させる新しいトンネル構築技術である。このため、一般部セグメントの組み立ては通常のシールド工法とは異なり、作業坑からトンネル円周方向に順次セグメントを送り出して行く。この作業坑はそれ自体が本設構造の一部であるが、その中心位置は一般部セグメントの軸線上に考えていた^{1),2)}。その結果、一般部に発生する軸力は作業坑セグメントに集中的に伝達され、作業坑セグメントには過大なせん断力と曲げモーメントとが作用することになる。このため作業坑セグメントはかなり大きな断面性能を必要とした。本報告は、作業坑を仮設構造物と考えた場合を想定してトンネル軸線よりも内側に配置し、一般部の覆工を連続して閉じた構造とした場合の力学的な特性を考察するとともに、その場合のセグメントの組立方法についても検討を行ったものである。

2. 作業坑がある場合とない場合との比較

リングシールド工法で構築する本設トンネルに、作業坑がある場合とない場合とで、トンネルに発生する断面力などのくらい変わるかをケーススタディにより比較した。図-1は対象としたトンネル断面で、片側2車線の道路を縦2階構造にした場合のものである。トンネルは土被り約20m(地下水位G.L.-2m)の土丹層中にあるものとして設計を行った。本設構造では作業坑がない場合においても、施工中は一般部セグメントの組み立て、掘削土砂の搬出およびセグメントの搬入などに作業坑が必要なため、図-1の②で点線で示すような通常の鋼製セグメント程度の構造を有する作業坑トンネルを仮設構造物として構築することを想定した。なお、これは内部地山を掘削する際に解体・撤去する。

表-1は一般部に発生する曲げモーメントの最大値とその位置における軸力およびせん断力の最大値を比較したものである。曲げモーメントと軸力は両者ともほぼ同じであるが、せん断力は作業坑がない場合の方がある場合よりも大きくなっている。

表-2は作業坑の曲げモーメントの最大値とその位置における軸力およびせん断力の最大値を示したものである。一般部の軸力の影響が過大なせん断力と曲げモーメントとして作業坑に発生している。

表-3はトンネルの鉛直方向変形量および水平方向変形量を作業坑の有無で比較したものである。縦楕円形状であることから、両者とも鉛直方向の変形量よりも水平方向の変形量の方が卓越している。作業坑がある場合とない場合とでは、鉛直方向の変形量は同じであるが、水平方向の変形量に関しては、作業坑がある場合の方が大きくなっている。

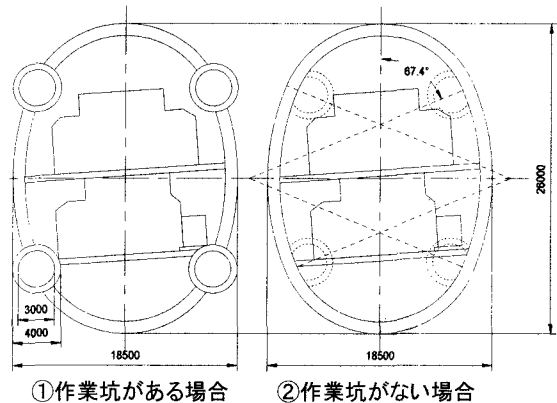


図-1 トンネル断面

表-1 一般部断面力の比較

作業坑	あり			なし		
	M(tf・m)	N(tf)	S(tf)	M(tf・m)	N(tf)	S(tf)
正曲げ	347.2	704.7	68.9	329.3	722.8	125.1
負曲げ	-300.9	806.0		-243.4	814.7	

表-2 作業坑断面力

	M(tf・m)	N(tf)	S(tf)
正曲げ	298.3	120.4	413.8
負曲げ	-265.6	438.5	

表-3 変形量の比較

	作業坑	あり	なし
鉛直(cm)		1.58	1.58
水平(cm)		-7.42	-5.12

図一 2は表一 1および表一 2の結果を用いて許容応力度法（鋼材の許容引張および許容圧縮応力度は 1900kgf/cm^2 、許容せん断応力度は 1100kgf/cm^2 、また、コンクリートの許容圧縮応力度は 133kgf/cm^2 とした）により設計したセグメントの断面を示したものである。図中、（ ）内の値は作業坑がない場合のセグメントの寸法値である。

一般部については側板（主桁）の寸法以外は作業坑がある場合とない場合とで同じである。作業坑セグメントは作業坑の大きさをなるべく小さくし、かつ、セグメント組立の作業空間を確保するため厚さ 50cm とした結果、スキンプレートは 22mm となった。また、過大なせん断力に抵抗するため、側板の厚さは 42mm と通常のセグメントとはかなりかけ離れた厚さとなった。

以上の結果から、本設トンネルに作業坑がある場合とない場合とを比較すると、一般部セグメントについてはほぼ同じ断面形状になることがわかる。一方、作業坑がある場合には図一 2の②に示すようなかなり断面性能の大きな作業坑用セグメントが必要になる。また作業坑がない場合の方がトンネルの変形が小さく周辺への影響も少なくなると考えられる。

3. セグメントの組立方法

図一 3は今までに検討してきた一般部セグメントの組立方法を示したものである。エレクターの中心は作業坑トンネルの中心と一致している。一方、図一 4は作業坑を仮設構造物と考えた場合のセグメント組立方法を示したものである。一般部セグメントの軸線と作業坑中心位置が一致していないため、図一 3に示すようなエレクターは使用することができない。このため、セグメントの位置決めと押し込みは別系統となる。

4. おわりに

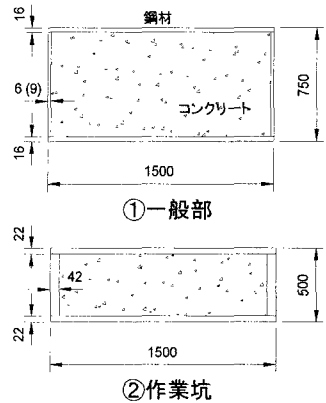
以上の検討結果から、作業坑を仮設構造と考え、一般部の覆工を連続して閉じた構造とした場合には、作業坑を本設構造物と考える場合よりも合理的であることがわかった。また、作業坑部は断面性能の大きな特殊セグメントを用いるよりも、通常のセグメントと同じような仮設セグメントを用いた方が経済的になることが予想される。

今後、以上の結果を踏まえて、作業坑を仮設トンネルとする場合の詳細検討を行っていきたいと考えている。

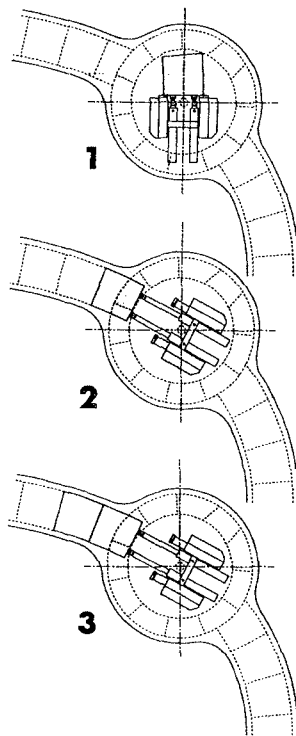
なお、本研究はリングシールド工法研究会〔五洋建設(株)、住友建設(株)、(株)銭高組、東急建設(株)、日本国土開発(株)、不動建設(株)、住友金属工業(株)、三菱重工業(株)〕の共同研究の一部として実施したものである。また、本研究を進めるにあたっては、早稲田大学 小泉 淳教授にご指導をいただいた。ここに深く感謝する次第である。

《参考文献》

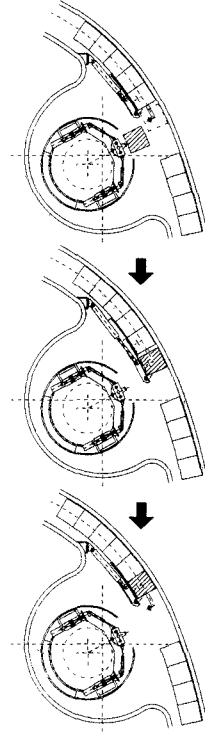
- 1) リングシールド工法の開発(その1)～(その14)、土木学会第48～51回年次学術講演会講演概要集（一部投稿中）。
- 2) 高松ほか：外殻先行シールド工法用セグメントの横断面設計法について、トンネル工学研究発表会論文・報告集, Vol. 5, pp. 95～102, 1995年11月。



図一 2 セグメントの断面形状



図一 3 一般部セグメントの組立方法（作業坑あり）



図一 4 一般部セグメントの組立方法（作業坑なし）