

Ⅲ-631

リングシールド工法の開発（その9）
—リング継手のせん断実験について—

東急建設（株） 高松伸行 早稲田大学 小泉 淳
住友金属工業（株） 柳本泰伴 （株） 銭高組 井田隆久

1. はじめに

リングシールド工法の最大の特徴は、シールド推進時に覆工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ことである¹⁾。このため、リング部セグメントの組立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。したがって、リング継手はセグメント組立時の送り出しガイドとしても用いられるため、C T形鋼と溝形鋼とを組み合わせた特殊な構造をしている。本報告は、リングシールド工法で用いるセグメントの実規模載荷実験^{2),3)}のうち、リング継手の挙動を調べる目的で行ったリング継手せん断実験について述べるとともにその結果に考察を加えたものである。

2. 実験概要

図-1は実験概要を示したものである。セグメントはトンネル軸方向に3ピース連結して所定の位置に固定し、C T形鋼と溝形鋼との隙間にはモルタルを充填して十分に硬化した後で実験を行っている。供試体は表-1に示すようにモルタルの強度の違いによる2種類とした。表-1にはこれらのモルタルの強度試験の結果も示してある。載荷は中央のセグメントの地山側スキンプレートに鉛直方向に等分布荷重を作用させて行った。両端のセグメントは内空側スキンプレートが浮き上がらないように固定している。計測項目は、載荷したセグメントの内空側スキンプレート端部4箇所の鉛直変位である。

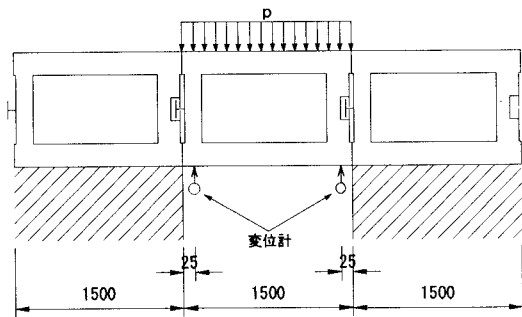


図-1 実験概要

表-1 供試体の種類とモルタルの性状

供試体	圧縮強度(kgf/cm ²)	弾性係数E(kgf/cm ²)
C-1	455	2.09×10^5
C-2	60	3.71×10^4

3. 解析方法

図-2はセグメントリング半径方向のリング継手部のせん断挙動を示したもので、a)は実験における二つのリング継手のうちの一つを模式的に表したものである。リング継手部のせん断面はb)に示すように溝形鋼側の側板と注入モルタルとの接合面であると仮定する。1セグメントあたりのリング継手半径方向のせん断挙動を評価する解析モデルは、図-3に示すようにC T形鋼のウェブを側板側で固定、フランジ側でローラー支持されたはりにモデル化し、フランジ周辺の注入モルタルがウェブと一体となって変位するものとして、固定端近傍のみでモルタルを評価したばねを設けたものである。

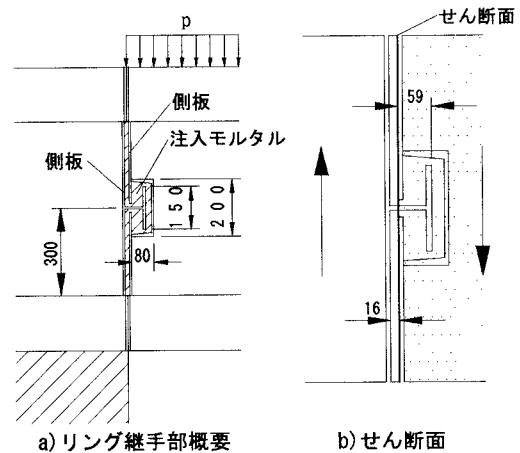


図-2 リング継手部の詳細

モルタルのばね定数を算定するにあたっては、以下のような仮定を設けた。

- ① C T形鋼の形状は円周方向に円弧状であるが、本解析では直線とした。
- ② 注入モルタルを評価するばねの単位面積あたりのばね定数 K は、モルタルの圧縮試験より求められた弾性係数 E （表－1）を用いて以下のように定めた。

$$K = \frac{k}{A} = \frac{EA}{\ell} \cdot \frac{1}{A} = \frac{E}{\ell}$$

ここに、 k : 注入モルタルを評価するばねのばね定数

A : C T形鋼ウェブが注入モルタルに支持される部分の面積

ℓ : 注入モルタルがC T形鋼ウェブに圧縮される部分の長さ

である。

4. 実験結果と解析結果との比較

図－4および図－5は実験C-1と実験C-2の荷重とせん断変位との関係を示したものである。図中丸印は载荷セグメント内空側スキムプレートの鉛直変位の平均値を、実線は図－3に示す解析モデルを用いた解析結果を示す。これらの図を見ると高強度モルタルを用いた実験C-1の実験結果と解析結果とはよく一致している。一方、低強度モルタルを用いた実験C-2では、载荷初期の段階で実験結果と解析結果とは概ね一致してはいるものの荷重が25tf以上になるとモルタルに発生するひびわれがかなり多くなり、実験結果と解析結果とは符合していない。

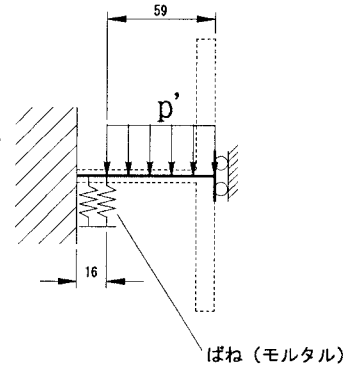
5. おわりに

低強度モルタルを対象とした実験C-2では、载荷初期の段階よりモルタルにひびわれが生じ、モルタルの弾性体としての特性が損なわれるためモルタルをばねで評価することに問題があると考えられる。しかしながら、モルタルの強度がある程度期待できる場合には提案した解析モデルを用いてリング継手の半径方向せん断挙動を説明できることがわかった。なお、セグメント横断面の設計を千鳥組を評価したはり－ばねモデルで行うにあたってはセグメントリング接線方向のせん断ばね定数を定める必要があるが、これについてはC T形鋼の周辺がすべて注入モルタルにより充填されることから、C T形鋼まわりの形鋼とモルタルとの摩擦抵抗はかなり大きいものとなることが推定される。したがって、セグメントリング接線方向のせん断ばね定数は無限大とすることが妥当であると考えている。

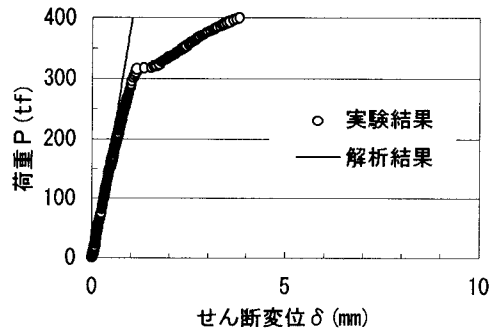
以上、本研究はリングシールド工法研究会〔五洋建設(株)、住友建設(株)、(株)銭高組、東急建設(株)、日本国土開発(株)、不動建設(株)、住友金属工業(株)、三菱重工業(株)〕の共同研究の一部として実施したものである。

【参考文献】

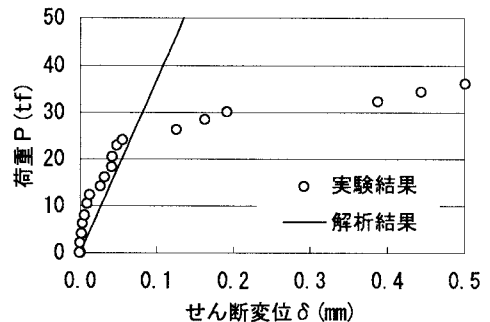
- 1) 毎田敏郎：リングシールド工法，建設機械，Vol. 30，No. 8，pp. 67～73，1994年8月。
- 2) 岩橋ほか：リングシールド工法の開発(その7)，土木学会第50回年次学術講演会講演概要集，1995年9月（投稿中）。
- 3) 阿部ほか：リングシールド工法の開発(その8)，土木学会第50回年次学術講演会講演概要集，1995年9月（投稿中）。



図－3 解析モデル



図－4 荷重と変位との関係（実験C-1）



図－5 荷重と変位との関係（実験C-2）