

III-65

超近接する併設シールドの遠心模型実験

(株) 鴻池組 吉村 洋・宮辺啓輔
大阪市立大学 東田 淳

まえがき 著者らは近接して併設される2本のシールドトンネルの挙動を遠心模型実験で調べている。前報¹⁾では2本のシールドトンネルが横併設される場合に、後行シールドが掘削土量過少の条件で掘進した時の先行トンネルの断面力の変化について報告した。今回は併設パターンが横・縦、後行シールドの掘削土量が過少・過多のそれぞれの場合についてトンネル間離隔を変えた実験を行ったので報告する。

実験方法 模型(図-1)は縮尺1/150で、外径Dが65mmの先行トンネル模型(硬質アルミ製のパイプ、断面方向の曲げ剛性は厚さ50cmのRCセグメントと相似)、ならびにこれと同径の後行シールド模型(硬質アルミ製)を乾燥砂地盤中に設置したものである。先行トンネルの位置は、後行シールドの進行方向に対して横併設の場合は左側、縦併設の場合は下側である。この模型を遠心加速度150G場におき、後行シールドが掘削土量過少、過多の条件で掘進する状態をシミュレートして、地盤中に設置した後行シールド模型を油圧シリンダーによって前方へ押す実験と後方へ引く実験を行った。また、比較のために後行シールドを設置せずに先行トンネル1本のみの場合の実験も行った。表-1に実験の種類と条件を示す。

模型の作成は、水平に寝かせた容器に先行トンネル・後行シールド模型をセットした後、前報と同じ乾燥状態の珪砂を口径1cmのロートを用いて50cmの高さからトンネルの軸方向に落下させ、 $\rho_d = 1.54 \text{ t/m}^3$ ($D_r = 85\%$)の模型地盤を作成した。計測は後行シールド模型を押す実験では単位掘削面積当りの後行シールド模型の推力 p_b が 13 kgf/cm^2 (泥水式シールドにおける最大推力の実績値²⁾)になる時点まで、また引く実験では面板に作用する土圧 p_a がゼロになる時点まで、 $p_a \cdot p_b$ 値の変化量、後行シールド模型の移動量 δ 、および先行トンネルの①～⑥断面(図-2)の曲げひずみ分布をそれぞれ計測した。

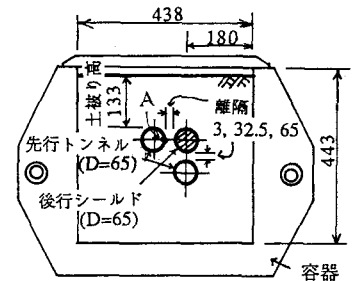


図-1 模型 (unit : mm)

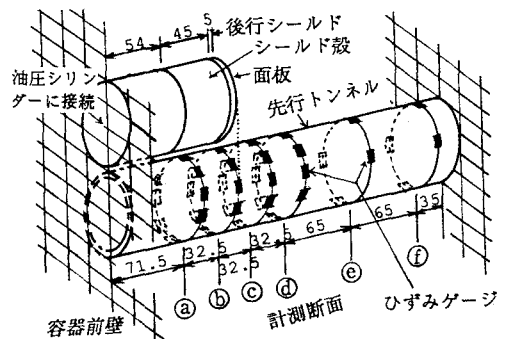


図-2 先行トンネルのひずみ計測位置

実験結果 図-3は、後行シールドの掘進によって先行トンネルに生じた曲げモーメントの変化量 ΔM (内側引張が正)の分布を極座標表示したものがある。これは縦併設で離隔が0.05Dの超近接の場合の例で、○、●印は掘削土量過少、過多の場合を表す。掘削土量過少の場合は、後行シールドに近いクラウン部の ΔM の増加が大きく、またこのクラウン部の ΔM は後行シールド面板に最も近い⑥断面が最大で、面板からの距離が離れるにつれて小さくなる。掘削土量過多の場合も①～③断面のクラウン部の ΔM がわずかに変化している。なお、縦併設ではトンネル間の離隔に関わらず、どの場合も先行トンネルの ΔM の変化が大きい位置はクラウン部であったが、横併設の場合は右スプリング部(図-1のA点)の ΔM の変化が最も激しかった。

図-4は、先行トンネルの各断面で測定された ΔM を⑥断面からの距離Lに対してプロットしたものである。上の図が横併設の場合の右スプリング部の ΔM 、下の図が縦併設の場合のクラウン部の ΔM であ

表-1 実験の種類と条件

併設位置	離隔(D)	掘削土量
横	0.05	過 少
縦	0.5	過 多
	1.0	
先行トンネルのみ		

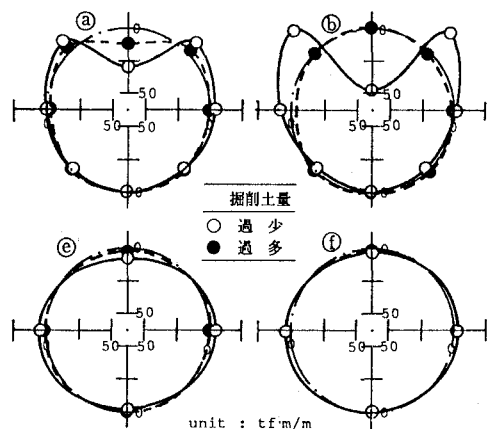


図-3 曲げモーメントの変化量 ΔM の分布
(縦併設・離隔0.05D)

る。各図の丸、四角、三角印はトンネル間離隔が0.05D、0.5D、1.0Dの場合を、白抜き、黒塗り、半黒塗りは掘削土量過少、過多の場合をそれぞれ表す。掘削土量過少の条件では横、縦併設の場合とも、離隔0.05Dの時の ΔM のピーク点は後行シールド面板の位置よりも0.5D前方または面板の位置で生じ、離隔が大きくなるとピーク点がさらに前方に移るとともにピーク値が減る。

図-5は横併設・スプリング部と縦併設・クラウン部における曲げモーメント増加比 $\alpha = |M_0 + \Delta M|_{\max} / |M_0|$ とトンネル間の離隔との関係を示したものである。ここで M_0 は先行トンネル1本の場合に生じた曲げモーメントである。 M_0 の符号はスプリング部ではマイナス、クラウン部ではプラスであったので、 $|M_0 + \Delta M|_{\max}$ を生じる位置は図-4中のMが増加側での最大 ΔM を生じた位置であった。 α は掘削土量過少の場合の方が過多の場合よりもかなり大きい。また離隔が小さい時の α は非常に大きい、離隔が0.5D以上になれば α は大幅に減少し、1.1以下になる。

あとがき 遠心実験の結果から、後行シールドの掘進が先行トンネルに与える影響は縦併設した場合の方が横併設の場合よりも影響度合が大きく、その影響度合は2本のトンネルが超近接すると無視できないほど大きい、0.5D以上の離隔をとれば実際には問題にならないほど小さくなるのがわかった。なお、縦併設の離隔0.05Dの場合には後行シールドの重量が先行トンネルに働いて大きな曲げモーメントを生じることがわかったが、この影響については後行シールドのテールボイドによる影響と併せて今後、検討する予定である。

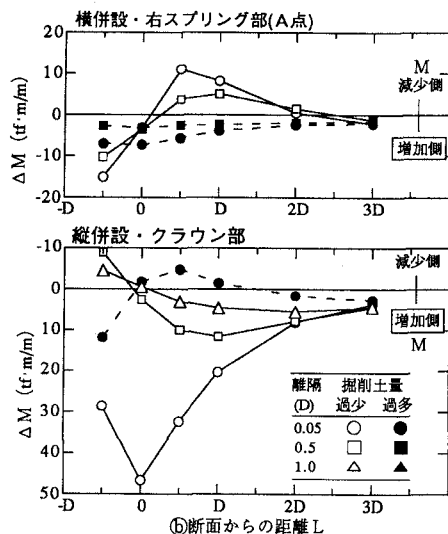


図-4 ΔM と後行シールド面板からの距離Lの関係

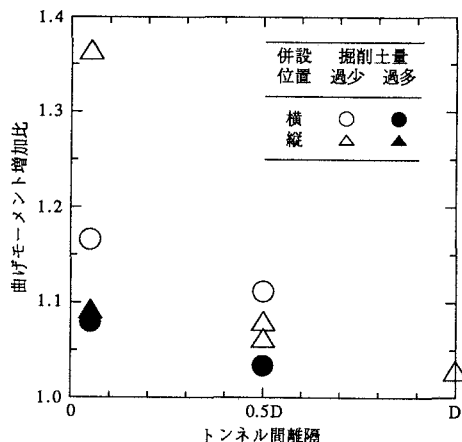


図-5 曲げモーメント増加比とトンネル間離隔の関係

- 参考文献 1) 中澤他：「近接する水平併設シールドの遠心模型実験」、土木学会第47回年次学術講演会（1992.9）
2) 土木学会：「トンネル標準示方書(シールド編)・同解説」（1983.6）