

早稲田大学 正会員 森 麟
早稲田大学 正会員 赤木 寛一
早稲田大学 学生員 ○秋葉 芳明

1. まえがき

シールド推進時において切羽前方地盤の動きはそこに存在する地中構造物や埋設物に対して影響を与えるため地盤の動きを知ることは重要である。本研究は一様な地盤中でシールドで推進させた場合の切羽周辺地盤の動きを実験的に測定し、その結果を導入した解析法を用いて、シールド中心軸鉛直縦断面と同水平断面の動きを求めたものである。実験、解析とも切羽破壊の生じない弾性的範囲に限定している。

2 実験方法について

切羽の動きを調査するため透明板を用いた実験土槽を用いて、半断面のA、B型シールド2種類により推進実験を行なった。土槽り丘の不足を補うために圧力が作用するようになっている。A型シールドは単なる中実半円筒型で、この中を土が充填して通過し、口筒後端から排土される。これはシールド前面の圧力分布を完全な台形状になるようにしたもので、理想的な泥水系、土圧系シールドの前面圧分布にシュミレートさせたものである。またB型シールドはグラインドシールドの先端に長いフードを付けE形状のもので前面圧力分布に多り凹凸が存在する。前面圧の分布形状の相違が切羽の動きに与える影響をみるためにA、B型2種のシールドを用い比べである。実験土槽とA、B型シールド模型の概略は図-1に示す。切羽周辺地盤の動きに最も影響するのは切羽からの土の取り込み率であるので、実験はA、B型両シールドの取り込み率を数度変化させて行なっている。切羽地盤の動きの測定は土槽面に直接面いた1cm間隔の垂直、水平線をシールド推進する前と後で2重撮影し、列伸しと写真上で、直線交点の変位状態をゴジタイガーで読みとり、計算機で変位量を求める方法をとった。実験土槽に用いた土は白色粘土に水を加えて練り返し E_c が0.03%前後のものである。

3 解析方法について

スエ平面(シールド中心軸鉛直縦断面)については、実験で求めたシールド切羽直前の鉛直線のスエ方向、Z方向の節点の動きを強制変位として、2次元平面ひずみ状態としてのFEM弾性解析を行った。取込み率はA型シールド5種、B型では4種について解析している。用いた土質定数の弾性係数 E とポアソン比 ν は解析結果の動きが実験値にはば一致するように調整し、特に E は要素分割図を5部分に分けて変化させている。またスエ平面(シールド中心軸水平断面)の動きについては実験でできるのはシールド中心点の1点であるので、その他の点の動きは、次の測点により求めた。シールド中心点から d 離れた点のX方向の変位量はスエ面のシールド中心点から上方に d 、下方に d 離れた点のX方向変位の代数和の $1/2$ とし、Y方向の変位量はスエ面上における上記2点のY方向変位の代数差の $1/2$ として求めるものである。シールド切羽のスエ面とスエ面の強制変位の1例を図-2示す。

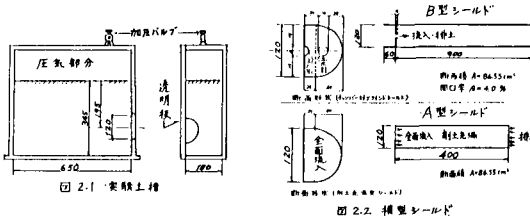


図-1 実験土槽と模型シールド

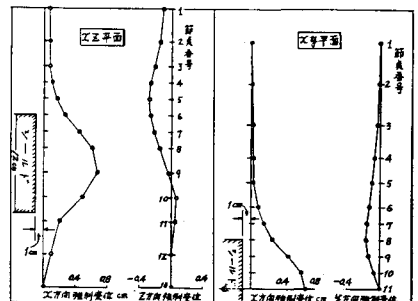


図-2 強制変位の1例 (A型シールド92.3%土量)

4. 解析結果について

解析は実験土槽の120mmシールドに合わせて行なっているため、シールド径を6000mmのものとする。解析結果の変位はすべて50倍となる。ここでは径6000mmシールドに直しE時の切羽地盤の動きについて説明する。

(a) XZ平面の動き：X方向とZ方向の動きを合成してベクトル表示した一例を示すと図-3のようになる。図中の5mm変位の生じるコンター内の面積をシールド影響範囲の1つの指標として、取込み土量とこの5mm変位面積の関係を整理してみると図-4のようになる。いずれも取込み率の過不足が多いほど5mm変位面積が大きくなり、取込み率が100%に近いほど地盤の動きが小さくなっている。またA、B型シールドともに取込み土量が不足する場合(100%以下)の方が土量過剰の場合(100%以上)のものより変位面積が大きくなること示されている。これは受動的変動の方が主動的な場合より大きいことに相当する。またE型とB型シールドを比較するとB型の方が変位面積が大きくなっているが、これはシールド前面の圧力分布の相違によるものと考えられ、圧力分布のスムーズなA型の方が地盤の動きの少ないことを示すものであろう。この他に図-3のような変位ベクトル図からシールド底面レベル以下の地盤の動きは上部に比べて小さくシールド径の1/2以上下部では変位が極めて小さくなること示されている。

(b) XY平面の動き：ベクトル表示したXY平面の動きについて1例を示すと図-5のようになる。5mm変位の生じるコンター内の面積と取込み土量の関係を求めてみると図-6のようになりXZ平面の場合とほぼ同様な傾向があり、XY平面の切羽の動きにも取込み率が大きな影響があることが示されている。またシールド相違時にXY平面にある隣接トンネルなどに及ぼす影響を考える場合、シールド軸と直角なY方向に5mm変位が生じる位置までの最大間隔(シールド外周からの純間隔)を目安とすると、取込み率との関係は図-7のようになる。この場合も取込み率の過不足が多くなるほどこの間隔が大きくなりY方向にも影響し、さらに取込み土量の不足の場合とB型シールドの方がその影響が著しいことが分る。この影響間隔を1D(6000mm)以下にするにはA型シールドでは土量の94~105%の範囲であるが、B型では99.3~101.8%と取込み土量の許容範囲が狭くなる。

以上のように切羽の動きは土量が大きく関係するので、影響を減らすためには土量を100%にコントロールすることが最も重要と言える。本研究の実施に当っては東京電機(株)のご援助を受けたことを付記し、謝意を表する。

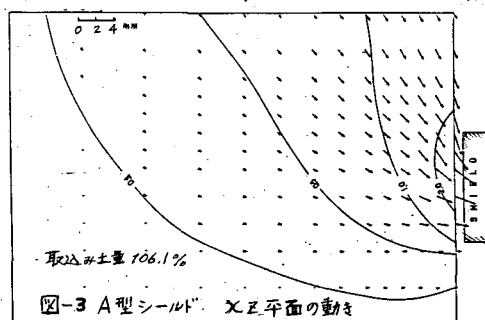


図-3 A型シールド XZ平面の動き

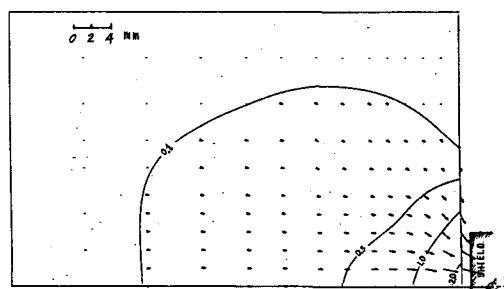


図-5 A型シールド XY平面の動き 取込み土量106.1%

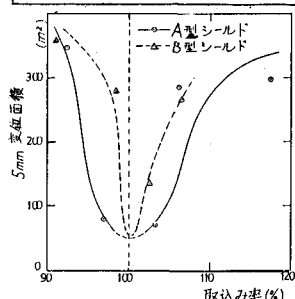


図-4 XZ平面の場合

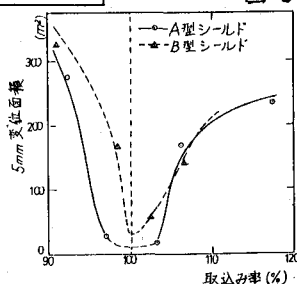


図-6 XY平面の場合

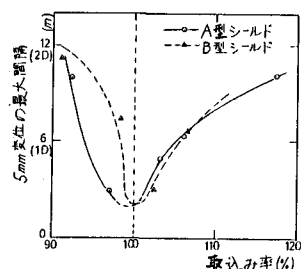


図-7 XY平面(最大間隔)