

III-73 シールド工法にともなう沈下防止用矢板の挙動について

佐藤工業(株)技術研究部

正員

石橋時男

同 上

正員

小嶋啓市

同 上

正員

○岩藤正彦

1 まえがき 最近、軟弱地盤でのシールド工事にもなう地表面沈下現象が注目され、その対策に苦慮している。この対策として、シールド路線が重要構造物や、埋設管に接近している所では、シールドとそれら構造物の間に連続壁等の縁切壁を設け、沈下防止の効果とあげている。今回の研究は、この縁切壁を施工するにあたり、その効果を実験的に確かめたもので、その結果を報告する。

2 実験方法、及び実験装置 実験では、図-1に示す砂箱内に $\phi 150$ mmの模型シールドと $\phi 140$ mmのセグメント、及びシールドをはきさんで対称な位置に2列の矢板を設置する。この状態で砂箱を砂鉄(図-2)で埋め戻し、シールドをゆるやかに引き抜き、セグメントの周囲に生じた空隙に地山を崩落させた。地表面の沈下はダイヤルゲージで、矢板の歪はストレインゲージで測定した。矢板は $\phi 10$ mmのアルミ板を3枚連続させて用い、中央のアルミ板を判定用矢板とした。板厚は 0.8 mm、 1.5 mm、 3.0 mmの3種類である。矢板の設置位置はシールド中心から $0.7D$ (D :シールド外径)、 $1D$ 、 $1.5D$ 、 $2D$ 、 $2.5D$ の5種類である。矢板の根入長は図-3に示すように、砂箱の底まで、シールド近傍に生ずる主動土圧領域内まで、及び受働土圧領域内までの各種に変化させた。シールドの土被りは $0.5D$ 、及び $1.5D$ とした。P.W. Roweによれば、厚さ 3 mm、長さ 50 mmの矢板は、長さ 11 mmのYSPⅢ型に、厚さ 1.5 mm、長さ 50 mmの矢板は、長さ 13 mmのYSPⅠ型にそれぞれ相当する。

3 実験結果及び考察 矢板を設置しない場合の横断方向の地表面沈下曲線は図-4に示す通りで、Pecck⁽²⁾の提唱している正規確率曲線に相似している。 $1/R$ 及び $2/R$ の関係は図-5に示す通りである。矢板を設置した場合の沈下曲線の一例を図-6に示す。矢板を境にして矢板前面の沈下量は増加し、背面の沈下量は減少している。各条件(曲げ剛性、設置位置等)を変化させた実験から、図-6に示

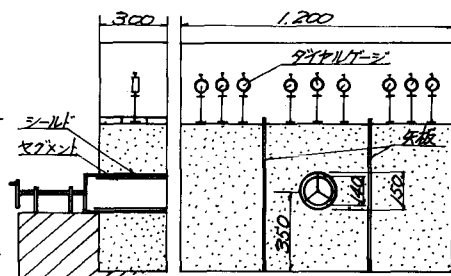


図-1 実験装置

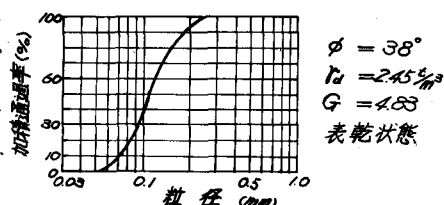


図-2 砂鉄の性状

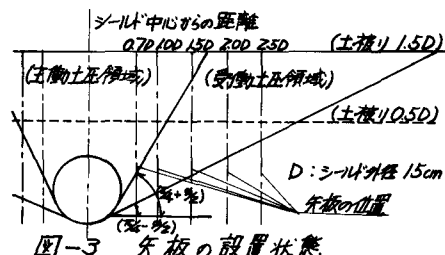


図-3 矢板の設置状態

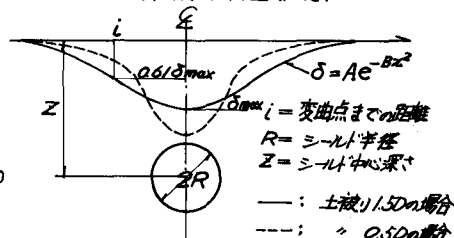


図-4 矢板がない場合の沈下曲線

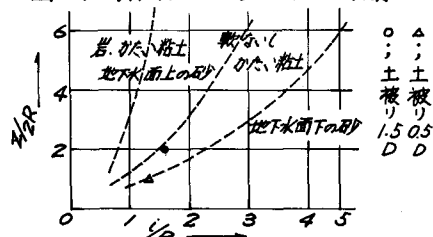


図-5 実験沈下曲線の示数の関係

す δ_s と δ_n との比を求め、シールド中心からの距離との関係を示すと図-7になる。これによれば、矢板を打設する事による沈下減少効果は主働土圧領域内では顕著で、それ以外ではほぼ一定値になっている。この関係は多少のバラツキはあるが、ほぼ次式であらわす事ができる。

$$\log \delta_s / \delta_n = a x + b \quad \delta_s = e^{ax+b} \delta_n$$

なお δ_n は矢板が無い場合の沈下量で、正規確率曲線で表わす事ができるとすると、

$$\delta_s = e^{ax+b} A e^{-Bx^2} = e^{ax+b} A e^{-B(x-a)^2} = \alpha A e^{-B(x-a)^2}$$

主働土圧領域内では、 $a > 0$ であるから、沈下曲線形はシールドが β だけ近ずいた場合の曲線を α 倍した形状になる。この領域外では、 $a \approx 0$ であるから沈下曲線はシールドからの距離に関係なく α 倍に縮小された形状になる。実験から求まった α を表-1に示す。今回の実験結果を实际工事に応用するにあたっては、相関性の点で、難しい問題を含んでいるが、この結果からみて矢板による沈下防止効果の数量的な推定も可能になると思われる。土被り1.5Dにおける、矢板位置と沈下減少量($\delta_n - \delta_s$)との関係を図-8に示す。根入長が主働土圧領域内の矢板は沈下防止にそれほど役立たず、受働土圧領域までの矢板は、かなりの効果がみられる。しかしシールド中心から0.7Dの矢板による沈下防止の効果は、それより離れて矢板を設置した場合よりもかなり低下している。この傾向は土被り0.5Dの実験でもほぼ同様である。矢板に生じる曲げモーメント分布は図-9に示す通りで、シールドから離れた矢板は自立矢板に近い挙動を示し、近接した矢板はシールド周囲に生ずる空隙の影響を顕著に受けている。このことから、図-7に示した δ_s / δ_n が折線分布になる事がうなずける。

表-1 主働土圧領域外の $\alpha_2 = \delta_s / \delta_n$ の平均値

土被り	0.5D	1.5D	3.0D
0.5D	0.60	0.44	0.18
1.5D	0.64	0.67	0.54

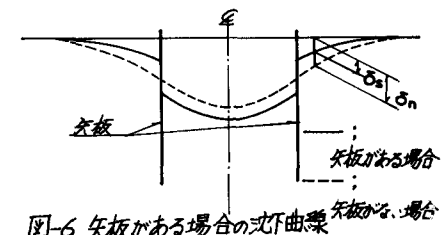


図-6 矢板がある場合の沈下曲線

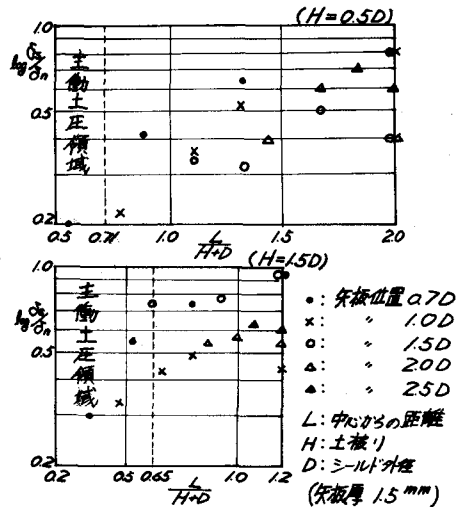


図-7 沈下量比 δ_s / δ_n と距離との関係

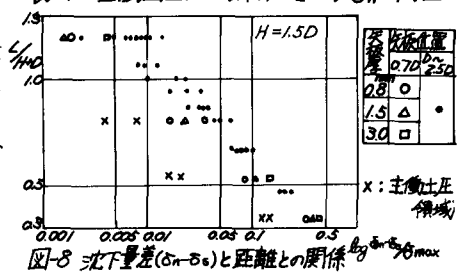


図-8 沈下量差 $(\delta_n - \delta_s)$ と距離との関係

以上の結果をまとめると次の通りである。

1. 矢板設置後の沈下曲線形は、矢板の無い場合の沈下曲線からほぼ推定できる。
2. 矢板は受働土圧領域以深まで根入する事が望ましい。
3. テルツァギの緩み領域内に矢板を設置する場合の沈下防止効果は矢板の曲げ剛性に大きく依存している。

参考文献 (1) P.W.Rowe: A Theoretical and Experimental Analysis of Sheet-Pile Walls (Instn. Civ. Engrs. Pt I vol 4 1955)
(2) Peck: Deep Excavations and Tunneling in Soft Ground (7th Int. Soc. S.M. & F.E)

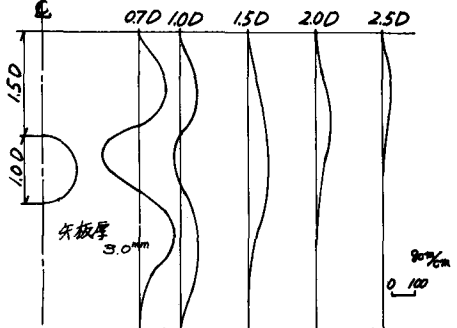


図-9 矢板の曲げモーメント分布