

VI-104

SMW施工精度に関する一考察

清水建設(株)名古屋支店土木部

正会員 堀江 憲一

清水建設(株)名古屋支店土木技術部

正会員 中根 健

清水建設(株)名古屋支店土木部

正会員 ○熊野 知司

1. まえがき

SMWは、その設計法の確立、施工技術の進歩と相まって現在では大規模山留壁としての施工例が急速に増加している。しかし、実施工においては、芯材の垂直精度のばらつきにより構造物躯体とのクリアが減少するというような施工性の減少につながる事例が発生している。

そこで、本研究ではSMWの施工精度として芯材の垂直精度に着目し、施工精度に影響を及ぼす要因について推察するとともに、任意の深さにおける芯材の偏位量の予測手法を考察している。

2. 測定方法

この研究は、東名阪自動車道矢田川南工事におけるSMW山留工事を通しておこなった。施工は三点式杭打機(DH508)および、相番機として45tクローラークレーン(ブーム長40m)を使用した。測定計画を表-1に、土質柱状図を図-1に示す。

測定は、図-2に示す座標系において、芯材頭部および掘削底における芯材位置とあらかじめ設定した測量基準線との偏距離をトランシットを用いて測定した。さらに、土圧による山留壁変位の影響を補正するため、各ケース毎に掘削に伴う山留壁芯材変位の経時変化を傾斜計を用いて測定している。

3. 結果と考察

3.1 山留壁変位測定結果

図-3に山留壁変位の経時変化測定結果を示す。図よりケース3で最大9mmの変位が見られたほかは各ケースともほとんど変位を示していない。このことより、後述するSMW芯材の施工精度評価において、山留壁の土圧による変位量は無視できる程度のものであるといえる。

3.2 SMW芯材の施工精度評価

図-2に示す座標系における芯材の頭部および掘削底の偏距離の測定値は大きくばらつく。そこで、ここでは、式(1)で示される芯材の頭部偏位X1と傾きX2を確率変量として芯材のばらつきを確率論的に評価することにした。

$$X1 = \varepsilon - \varrho$$

$$X2 = (\varepsilon - \eta) / L \quad (1)$$

ここに、 ϱ は基準線から芯材までの設計距離である。

このとき、X1の非超過確率P(X1)、X2の非超過確率P(X2)は順序統計量の理論に従うと式(2)によって算定することができる。

表-1 測定計画

Case	芯材長	芯材間隔(m)	芯材寸法	芯材継手	オーグ径	掘削底の深さ	掘削底の付高
1	19.5m	900	8350×350×12×19	2本継	φ550	掘	14m
2	23.5m	900	8350×350×12×19	2本継	φ550	掘	18m
3	38m	450	8440×300×12×19	3本継	φ450	有	24m

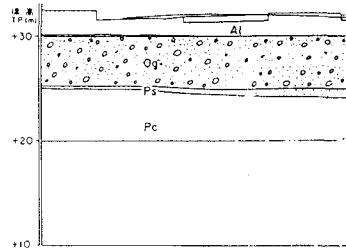


図-1 土質柱状図

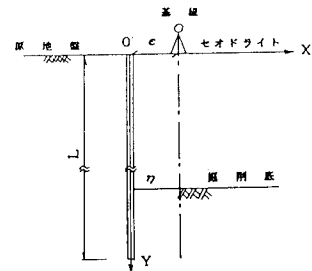


図-2 座標系の概念

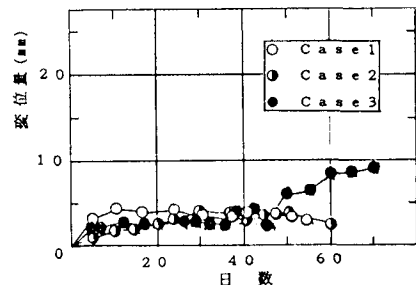


図-3 山留壁偏位の経時変化

$$P(X_i) = 1 - r / (N + 1), \quad i = 1, 2 \quad (2)$$

ここに、Nは各ケースごとに測定した芯材の総数、rはX1、X2を大きい順に並べたときの序数である。

図-4は、ケース2における非超過確率 $P(X1)$ 、 $P(X2)$ とX1、X2の関係を正規確率紙上にプロットしたものである。いずれの場合もプロット点はほぼ直線上にあり、他のケースも含むX1、X2の分布は正規分布で近似できる。このとき、正規分布を表わす直線式、標準偏差 $\sigma(X1)$ 、 $\sigma(X2)$ および平均値 $\bar{X1}$ 、 $\bar{X2}$ はそれぞれ式(3)で示される。

$$\left. \begin{aligned} t &= AX_i + B, \quad t = \phi^{-1}(P(X_i)) \\ \sigma(X_i) &= 1/|A|, \quad \bar{X_i} = -B/A \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

ここに、tは標準正規変量で、A、Bは実験定数である。

図-5に頭部偏位および傾きの標準偏差 $\sigma(X1)$ 、 $\sigma(X2)$ と芯材長Lとの関係を示す。図より、ケース1とケース2の場合は $\sigma(X1)$ 、 $\sigma(X2)$ はいずれも芯材長に関係なくほぼ同じ値をとっている。しかしケース3では $\sigma(X1)$ 、 $\sigma(X2)$ ともに非常に大きな値となっていることがわかる。この理由としては、ケース3の場合、芯材長が30m、芯材間隔が450mmと施工難度が高い上にオーガの錐継ぎを行っていることが挙げられる。

図-6は $\bar{X1}$ 、 $\bar{X2}$ と芯材長Lとの関係を示したものである。図より、 $\bar{X1}$ および $\bar{X2}$ はいずれのケースにおいても0に近い一定値となっており、芯材長はもとより、芯材間隔や錐継ぎの有無等の各種要因に左右されないといえる。

つぎに、芯材偏位量の予測手法を展開する。いま、任意の深さY(m)における芯材の偏位量Zは式(4)により与えられる。

$$Z = X1 + Y \cdot X2 \quad (4)$$

X1、X2がそれぞれ正規分布にしたがうときZも正規分布にしたがう。その平均値 $\bar{Z}$ と標準偏差 $\sigma(Z)$ は式(5)により与えられる。

$$\left. \begin{aligned} \bar{Z} &= \bar{X1} + Y \cdot \bar{X2} \\ \sigma(Z) &= \sqrt{\sigma(X1)^2 + Y^2 \sigma(X2)^2} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

このとき、任意の非超過確率 $P(Z)$ における深さY(m)の芯材偏位ZPは各ケースごとに式(6)により算定される。

$$ZP = \bar{Z} + \sigma(Z) \cdot t \quad (6)$$

この結果、ZPと各種要因との関係を求めることによって予想偏位量が得られる。いま、具体例として、要因に芯材長をとり、Y=15m、非超過確率 $P(Z)=95\%$ とすると、ZPと芯材長の関係として図-7が得られる。この結果、芯材長20mの場合、深さ15mの点ではおよそ7.5cmの予想偏位があるというような情報が得られる。

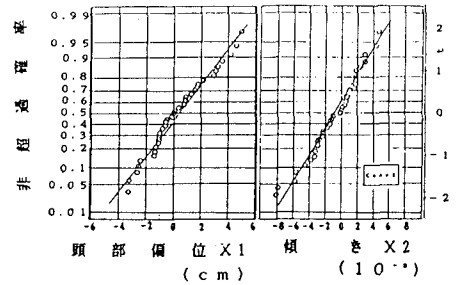


図-4 正規確率紙へのプロット

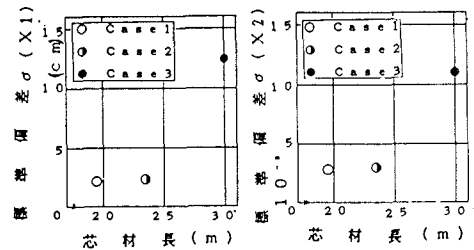


図-5 標準偏差～芯材長関係

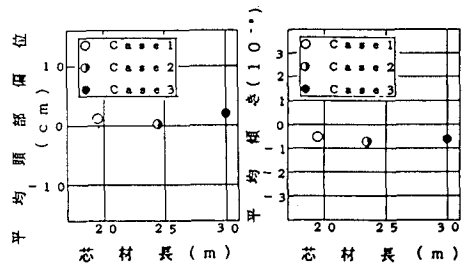


図-6 平均値～芯材長関係

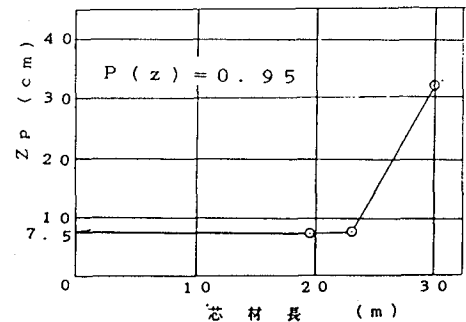


図-7 ZP～芯材長関係