

III-8 挿入式傾斜計による支圧壁の管理について

中部電力(株) 正会員 滝 英 治
 坂口比呂志
 (財)大阪土質試験所 正会員 ○福田 光治

1. はじめに

シールド等における支圧壁は、背後の土留め壁に対して発進時の推進力を分散させ、集中荷重として土留め壁に作用することを防ぐ役割を有している。従って支圧壁の安全性は支圧壁だけの問題にとどまらず、その背面の土留め壁の安全性にも関係する。土留め壁が本体利用に供される場合はこの問題は重要である。本報告は支圧壁設計方法の検討の資料とするため、シールド及び推進発進時の支圧壁背面土留め壁の変位の計測結果から支圧壁の挙動を整理したものである。

2. 挿入式傾斜計測定結果を使用した応力・モーメントの求め方

差分を利用して傾斜角から直接モーメントを誘導すると鋸の歯のようにバラツキことが知られている。これを克服するため、①センサーの精度向上、②計算手法の改善が考えられる。①についてはセンサーの精度と鋼管杭径等との関係が整理されている¹⁾。一方、モーメントの計算方法の改良については主としてデータのバラツキを除去する方向がよい結果を与えている²⁾。バラツキの除去方法には、①移動平均法等による平均化、②多項式近似、③形状をみながら諮意的に選択する等の手法が適用されているがその力学的背景が曖昧で適用基準がはっきりしない。そこで、データの平滑化の理論的根拠を検討し、データのハンドリングを論理的に実行できる条件を明らかにするため①の方法について検討した結果を以下に示す。データを平滑化する手法として、

A. 何回か測定し平均化する方法：一般に測定条件が厳しい

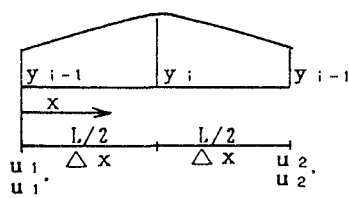
B. 移動平均法：不規則変動に用いられるウィンドーの考えを適用(①箱型ウィンドー、②ハニングとハミングのウィンドー、③赤池のウィンドー等がある)

このうち本報告では移動平均法を検討対象にし、F. E. M. 等で用いられるLagrangeの内挿方法³⁾を適用することによってデータの平滑化方法を検討した。図-1を例にして変位を式(1)~(3)で表す。

$$u(x) = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 + a_3 \cdot x^3 \dots \dots (1)$$

$$u'(x) = a_1 + 2a_2 \cdot x + 3a_3 \cdot x^2 \dots \dots (2)$$

$$u(x) = \left(1 - \frac{3}{L^2} x^2 + \frac{2}{L^3} x^3\right) u_1 + \left(\frac{3}{L^2} x^2 - \frac{2}{L^2} x^3\right) u_2 + \left(x - \frac{2}{L} x^2 + \frac{1}{L^2} x^3\right) u'_1 + \left(-\frac{1}{L} x^2 + \frac{1}{L^2} x^3\right) u'_2 \dots \dots (3)$$



挿入式傾斜計の測定間隔を Δx (一定)、変位を y とすると差分の考え方から、図-1 変位の内挿方法

$$u_1 = y_{i-1}, u_2 = y_{i+1}, u'_1 = (y_i - y_{i-1}) / \Delta x, u'_2 = (y_{i+1} - y_i) / \Delta x, x = L/2 \dots \dots (4)$$

上式から求まる i 点の変位を $u(x) = y_m$ とすると式(5)を得、ハニングのウィンドーと等価な式が誘導できた。

$$y_m = 0.25y_{i-1} + 0.5y_i + 0.25y_{i+1} \dots \dots (5) \quad Y_m = 0.125y_{i-1} + 0.75y_i + 0.125y_{i+1} \dots \dots (6)$$

ここではさらに生データの特性を考慮に入れるため、ハニングの方法で求めた値 y_m と計測値 y_i の平均を使用することとし、 $Y_m = (y_m + y_i) / 2$ を用いると式(6)になる。モーメントの計算は式(6)を用いて繰り返し10回の補正を施した値を使用した。

図-2は掘削時の連壁の測定結果で、上式を適用し設計と比較したものである。変位図の点線は平滑化後の変位を示しているが、この程度の補正によって鋸歯状の形状が改善されることがわかる。

3. シールド発進時の反力と連壁の変状

図-3は支圧壁背面の連壁に設置された鉄筋歪計と挿入式傾斜計による測定結果を比較した例で、オーダー、モードとも類似した値にあることを示している。この図から、推進時の反力は連壁に対し等分布ではなく反力架構の作用点に集中的に作用していることがわかる。

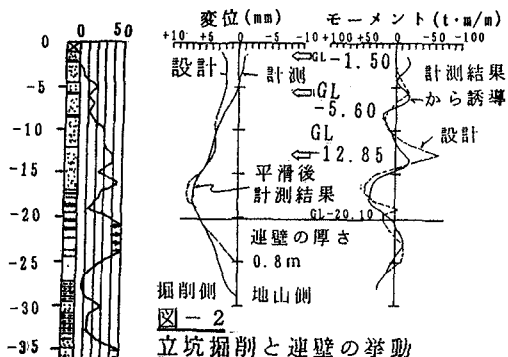


図-2 立坑掘削と連壁の挙動

4. 推進立坑鋼矢板の変形

図-4, 5は推進時の鋼矢板の変位の計測値と、この変位からSPⅢ型鋼矢板の材料定数を $I=17,400\text{cm}^4/\text{m}$, $W=1,340\text{cm}^3/\text{m}$ として求めた応力を示す。この現場では鋼矢板の土留壁に対し、図-6のように支圧壁が設置された。推進力が400~500t以上になると支圧壁下端部付近で、鋼矢板は地山側に変状する傾向が顕著になっている。これはずり出しスペースの確保等のためジャッキが若干下方に設置してあるため、推進力は下方に作用する傾向となり、それが計測値にあらわれたものと考えられる。一方、鋼矢板応力については推進力500tまでの残留応力は推力に比例して漸次増加しているが、500tを過ぎると急激に大きくなっており、土留壁が不安定になってきたことを示している。

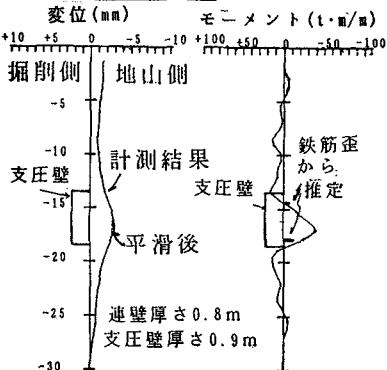


図-3 連壁の挙動

5. おわりに

本報告ではハニングの移動平均法が変位による内挿の考えから誘導できること、また支圧壁の計測管理への適用例を示した。

地下空間の活用に伴い、本体に反力壁を設置するような例も増えることが予想される。しかし、支圧壁を含めた設計資料が不足しているため支圧壁の設計は簡易的な方法を用いざるを得ないのが現状であろう。現場計測工法としての施工管理の改善が望まれる。

参考文献)

- 1) 岩崎好規他「連続傾斜計測定による変形と曲げ応力の推定について」第15回土質工学研究発表会
- 2) 斉藤悦郎他「拡張カルマンフィルター支援による山留め工事の計測管理手法」土木学会論文集第391号/VI-8, 1988.3.
- 3) H. C. マーチン他(鷲津久一郎他 訳)「有限要素法の基礎と応用」培風館

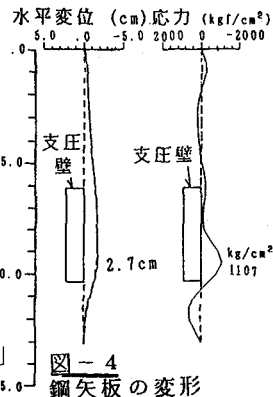


図-4 鋼矢板の変形

図-5 推力による鋼矢板の変形と応力

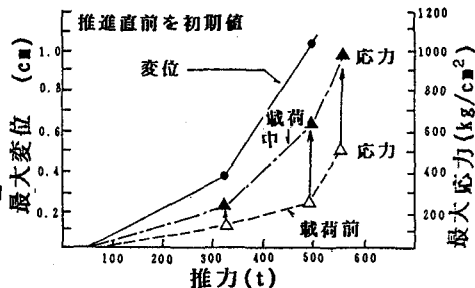


図-6 支圧壁断面図

