

フジタ工業（株）技術研究所 正員 ○山 県 達 弥
同 上 正員 小 谷 勝 昭

1. まえがき

山留め壁の設計には、掘削時の逐時解析の行える弾塑性解析法が採用されることが多いが、土圧の設定値の評価、切梁・地盤のバネ定数の評価、部材の剛性評価などについては、いまなお問題点が残されている。このようなことから、本報告は、現場計測した曲げモーメントの実測値を用いて解析値との比較を行い、弾塑性解析法の信頼性の評価を目的として、そのバラツキについて検討したものである。

2. 工事概要

曲げモーメントの実測値および解析値を求めるにあたり、その対象となった計測現場の山留め概要、解析条件を表-1に示す。山留め工は、

表-1 山留め概要および解析条件

計測現場	施工目的	山留め工	壁厚 (mm)	掘削深度 (m)	土質	平均 N 値	側 圧
A	立 坑	RC 連壁	800	25.5	土 丹	50以上	実測結果参照
B	ビル地下壁	"	800	22.5	シルト	7	"
C	ポンプ場	"	800	17.6	シルト	3	"
D	ビル地下壁	"	600	8.78	砂	6	"

3. 曲げモーメントの実測値 M_e

地下連続壁に取り付けた鉄筋計から曲げモーメントを逆算する場合は、以下のような計算仮定に基づいた。

- (a) RC内のひずみ分布は、直線とみなす。 (b) 同一位置における鉄筋とコンクリートのひずみ量は等しい。 (c) コンクリートの引張強度は $1.8\sqrt{\sigma_{ck}}$ とし、それ以上の応力度になる場合は、クラックが発生するものとして無視する。 (d) コンクリートの弾性係数は、圧縮側・引張側も同じ値とする。(図-1参照)

4. 曲げモーメントの解析値 M_c

曲げモーメントの解析値 M_c は、いずれも掘削過程を考慮した^{1), 2)}解析方法によった。この解析方法は、根入れ部の地盤のバネにバイリニアな弾塑性的な性質と、コンクリートの曲げひびわれによる剛性低下を考慮したものである。一般に、鉄筋コンクリート山留め壁を弾性剛性として解析すると、変形は小さく、曲げモーメントは過大に算出されることが多い。したがって、本解析では山留め壁の剛性低下³⁾を考慮するため、トリリニアな履歴特性を有するものとした。

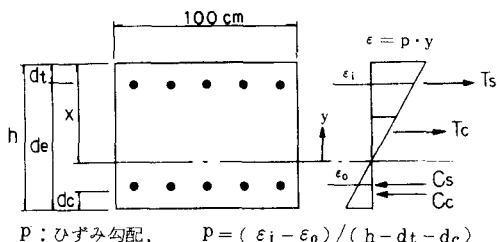
なお、地盤反力係数 (K_s) は、次の関係式を用いて、N 値、 q_u 値から算出した。

$$\text{砂質土の場合} \quad K_s = 0.2 N \times \beta \quad \text{kg/cm}^3 \quad (1)$$

$$\text{粘性土の場合} \quad K_s = 0.32 q_u \times \beta \quad \text{kg/cm}^3 \quad (2)$$

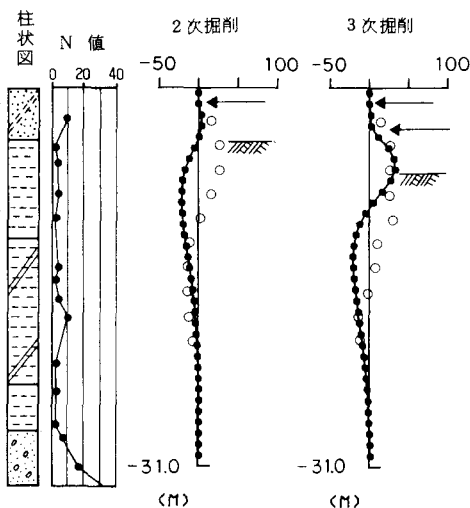
ここに、 β : 低減係数 ($= 1/4$)

また、山留め壁に作用する外力は、各掘削段階ごとの実測データを参考にして、側圧係数を決定した。切梁バネ定数に関し



P : ひずみ勾配, $P = (\epsilon_i - \epsilon_o) / (h - dt - dc)$

図-1 曲げモーメント算出法



● 解析値 ○ 実測値 (C現場)
図-2 (a) 曲げモーメント分布 (t·m)

ては、理論バネ定数を用いた。

5. 曲げモーメントの解析値と実測値の比較

前述の条件で計算した M_c と M_ε の分布の一例を図-2(a), (b) に示す。まず、このような M_c , M_ε 分布において、それぞれ正の最大値と負の最大値を各掘削段階ごとに取り出し、解析値と実測値の関係について調べた。図-3は、これら最大値の分布状況を示したものであり、図中直線は、最小二乗法による回帰直線である。

同図において、曲げモーメントの解析値は、

$$M_c = 1.06 M_\varepsilon - 0.90 \quad (t \cdot m) \quad (3)$$

なる回帰直線で表され、実測値と解析値の正負の最大値は、非常に良く一致した。また、相関係数は0.94となり、高い相関性を示した。

次に、解析値に対する実測値の比の確率的評価を行う。図-4は、図-3における実測値と解析値の比 (M_ε/M_c) を変数として、確率密度にしたものである。これから、正規分布式

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right] \quad (4)$$

ここに、 x : 確率変数 (M_ε/M_c)

σ : 標準偏差 ($=0.38$)

μ : 平均値 ($=0.98$)

なる形で表される確率密度を決定し、 χ^2 検定を行った。その結果、図-4に示すように、 M_ε/M_c は有意水準5%で妥当な正規分布となった。なお、 $M_\varepsilon/M_c > 4.5$ となるデータが2個存在したが、 χ^2 検定を行うにあたり、これを無視した。

6. むすび

山留め壁の曲げモーメントの実測値を基に、弾塑性解析との関係について、その評価を試みた結果、以下に示す結果が得られた。

- (1) 曲げモーメントの正および負の最大値において、解析値と実測値の間には、(3)式で示すような高い相関性があった。
- (2) 同様な最大値において、解析値に対する実測値の比は、有意水準5%で妥当な正規分布を示した。

今後、山留め壁の安全性や設計手法の信頼性の評価を目的として、さらに、解析モデルと入力条件の検討、実測データの蓄積を行うつもりである。

参考文献

- 1) 山本・後藤他, 「RC山留め壁に作用する掘削時の土圧と変形(その2)」, 第11回土質工学研究発表会
- 2) 山本・後藤他, 「RC山留め壁に作用する掘削時の土圧と変形(その3)」, 第12回土質工学研究発表会
- 3) 日本建築学会, 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説

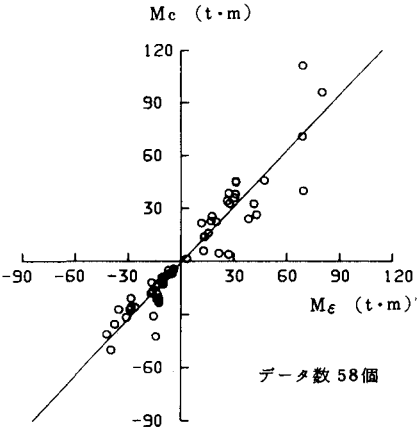
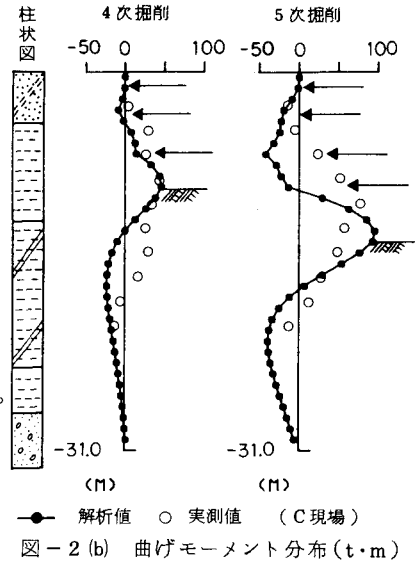


図-3 M_c と M_ε の比較

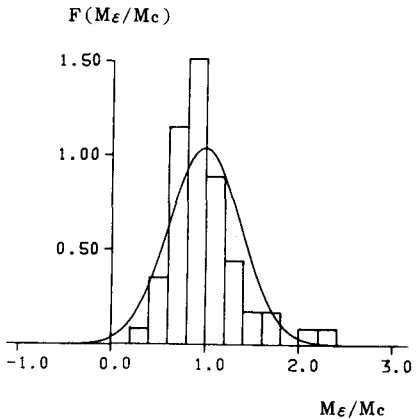


図-4 解析値に対する実測値の比の確率密度関数