

Ⅲ - B188

線路近接掘削による土留壁と路盤の変位について

J R 東日本 東京工事事務所 正会員 柳河 勇
 J R 東日本 東京工事事務所 正会員 加藤 誠
 八千代エンジニアリング(株) 正会員 会澤 真喜

1. はじめに

線路に近接した掘削土留工においては、軌道変位と土留壁の変位には相関があると考えられている。しかし、両者の挙動の関係については明らかにされておらず、軌道変位には許容値の規定があるのに対し、土留壁変位については明確な規定はされていない。そのため、列車の安定走行を目的に設計・施工上の対策を行っていても、これまでの慣例に従って、徐行運転を行っているのが現状である。そこで土留壁の許容変位を軌道の許容変位に基づいて設定し、今後の無徐行または徐行速度向上のための資料をつくることを目的としている。

これまでにいくつかの現場において、土留壁変位の計測を行ってきた¹⁾。その結果、掘削および列車走行に伴う土留壁の水平変位は掘削による影響が大きく、列車走行による影響は小さいことが明らかになっている。

本稿では、軌道変位と土留壁の変位との関係を表す要素の1つである「土留壁水平変位と路盤鉛直変位の関係」について考察する。

2. 土留壁の変位と管理基準値との関係

式(1)に示すように、土留壁の変位 δ を軌道変位の管理基準(許容)値 A に係数 α を乗じた値以下に抑えれば、無徐行または徐行速度の向上を可能と定義した。この流れを図-1に、また土留壁と路盤および軌道の変位について図-2に示す。

$$\delta \leq \alpha A = \beta \gamma \varepsilon A \quad \cdots (1)$$

ここで、 β = 土留壁変位の実測値と計算値の比=(土留壁水平変位計算値 $\delta_{\max c}$) / (土留壁水平変位実測値 $\delta_{\max m}$)

γ = 土留壁変位と路盤変位との比=(土留壁水平変位実測値 $\delta_{\max m}$) / (路盤鉛直変位計算値 δ_{LVc})

ε = 路盤変位と軌道変位との比=(路盤鉛直変位実測値 δ_{LVm}) / (軌道鉛直変位実測値 δ_{RVm})

3. 土留壁変位の实測値と計算値の比 β

今回、信越本線春日山、東北本線大宮・蓮田、横浜線相模原の4現場における、各掘削段階での実測値と計算値を求め、これより土留壁水平変位の实測値と計算値の比 β を求めた。計算値

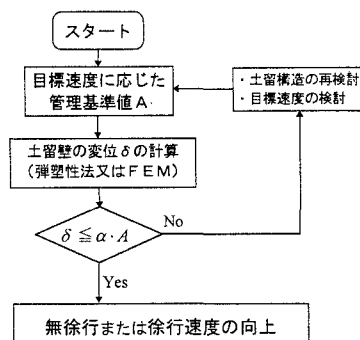


図-1 設計変位量検討フロー

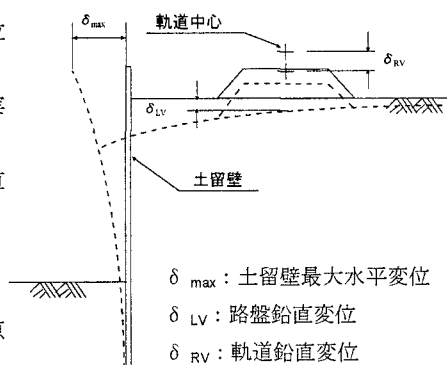


図-2 土留壁と路盤および軌道の変位

土留・線路近接・軌道変位・土留変位・路盤変位

〒151 東京都渋谷区代々木 2-2-6 TEL 03-3379-4353 FAX 03-3372-7980

の算出には、鉄道で一般的に用いられる日本鉄道技術協会「深い掘削土留工設計法」による弾塑性法を用いている。その結果、表一1に示すように β の値は1.5～6.0程度の間であり、安全性を考慮し春日山での最終掘削段階での値1.58を採用することとした。

4. 土留壁変位と路盤変位との比 γ

軌道下の路盤面鉛直変位については過去の計測例が少ないために、今回はFEM解析プログラムSANCにより、土留壁変位と路盤変位との比 γ を求めた。図-3に示すように、解析は各掘削段階における土留壁の水平変位実測値を強制変位として与え、路盤面の沈下量を求めることとした。対象地盤は、粘性土地盤としては信越本線の春日山付近でのデータを、一方砂質土地盤としては田沢湖線鶯野～北大曲間に位置する3現場（石持・八幡・川崎）のデータを用いた。解析条件については、以下のように考えた。

- ヤング係数 E ：設計実務への適用から、鉄道で用いられる $E=25N$ (kgf/cm^2) (但し N は N 値)を用いた。
- ポアソン比 ν ：砂質土は0.35、粘性土は0.40とした。
- ジョイント要素：土留壁と地盤との間にジョイント要素を設け、不連続な挙動を表現した。
- 解析手法：解析にあたり、まず春日山付近の地盤を対象に弾性モデルと弾塑性モデル(掘削問題で良く使用されるDrucker-Pragerモデル)の双方で予備解析を行った。その結果、安全側として路盤沈下量が大きくなる線形弾性解析を用いて、その後の計算を行うこととした。

図-4には、7ヶ所のFEM解析結果について、土留壁から軌道中心までの距離 B と $\delta_{LVc} / \delta_{\max}$ の関係を示している。これより、 B の値として現実的な1～10mまでを考慮し、安全サイドとして下限値 γ を採ると次式を得る。

$$\gamma = \frac{\delta_{\max}}{\delta_{LVc}} = \frac{1}{-0.022B + 0.388} \quad \dots\dots (2)$$

この結果より、 $\gamma=2.7\sim6.0$ の値をとることがわかった。また、図-4に相模原の現場で実測

2)された値をプロットしたが、これからも式(2)が安全側であることを示している。

なお、上記解析は限られた条件での結果であるため、今後データ数を増やし、精度を上げていく必要があると考える。

参考文献

- 例えば、星野・加藤・関谷：列車荷重による仮土留工の変位測定（その1）、土木学会第51回年次学術講演会
- 松浦・坂下・加藤・桑原：列車走行時の近接仮土留壁の計測結果について、（本講演会投稿中）

表一1 β の値

対象場所	掘削深さ(m)	最大実測値 $\delta_{\max}(\text{mm})$	最大計算値 $\delta_{\max}(\text{mm})$	β
春日山	-3.60	21.38	38.39	1.80
	-5.60	24.12	40.33	1.67
	-6.60	27.23	42.95	1.58
大宮	-3.50	7.56	42.30	5.60
	-3.50	7.26	42.30	5.83
	-3.50	7.08	42.30	5.97
蓮田	-1.00	0.50	1.80	3.60
	-2.00	1.60	4.30	2.69
	-3.42	1.40	8.10	5.79
	-3.42	2.20	8.10	3.68
相模原	-2.75	17.90	55.40	3.09

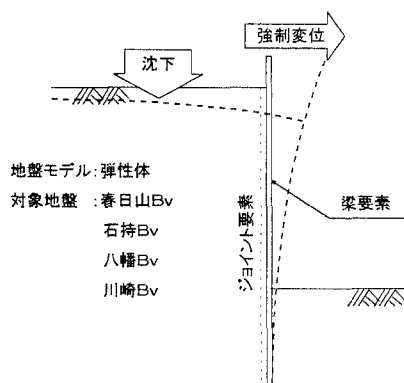


図-3 FEM解析モデル図

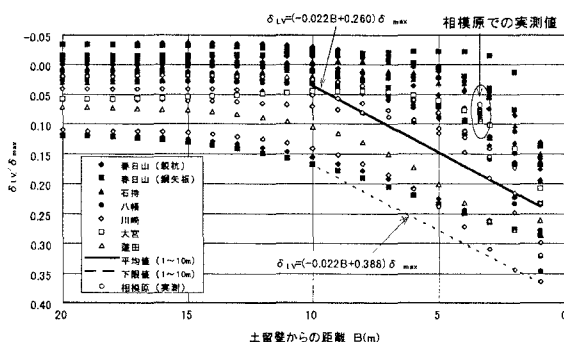


図-4 B～ $\delta_{LVc} / \delta_{\max}$ の関係