

I - 273

近接工事の影響を受ける既設構造物の影響評価の一事例

中央復建コンサルタンツ(株) 正員 田中隆一郎
 同 上 正員 岡田英克
 西日本旅客鉄道(株) 奥谷清則
 J R西日本コンサルタンツ(株) 正員 松下英教
 同 上 正員 山崎和彦

1. はじめに

都市部における建設工事は、既設重要構造物に近接するケースが増加しつつある。本報告は新設される地下構造物とJRの既設高架橋とが交差する箇所において、開削工事に伴う地盤及びJR高架橋の変状を静的二次元有限要素法解析にて予測し、予測変位量から発生しうる増加応力に対して軌道の安全性及び構造物の耐力に限界状態設計法を導入した評価を行い、工事による影響度について、一連の作業をまとめたものである。

近接の状況を図-1に示す。

2. 影響解析

(1) 解析方法

開削工事に伴う近接構造物への影響予測の方法は、次に示す2通りである。

①土留壁の変位を別途弾塑性法等で求め、それを強制変位として与える。

②施工過程を考慮して逐次掘削法による。

このうち、本解析では掘削時のリバウンドの影響を含めて評価するため、

②の方法による静的二次元有限要素法での解析とした。

(2) 解析結果

工事における掘削、切梁架設の施工過程を考慮して図-2に示す解析ステージに従って、土留壁の変位、土留壁の応力度、周辺地盤の変位を求めた。結果を要約すると、次の通りである。

- ①掘削に伴う土留壁の水平変位は最終掘削時に最大（32mm）となり各掘削段階毎の変位増分が最も大きいのは2次掘削時（9mm）である。
- ②地盤の鉛直変位については、全段階で隆起を示し、最終的に14mm程度となる。これは、地盤のリバウンドによるものと考えられる。
- ③ラーメン橋台の水平変位は、起点、終点方とも掘削側へ動いており、最大で起点方10mm、終点方13mmとなった。
- ④ラーメン橋台の鉛直変位は、起点、終点方とも隆起を示しており、最大で起点方掘削側で3mm、背面側で2mm、終点方掘削側で6mm、背面側で2mmとなった。

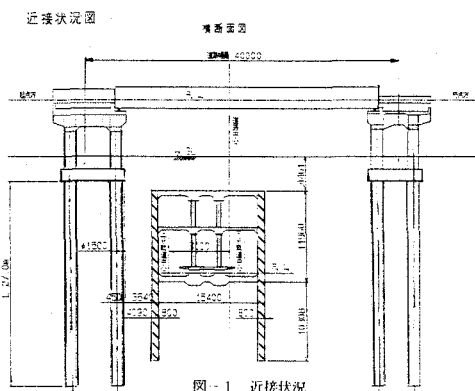


図-1 近接状況

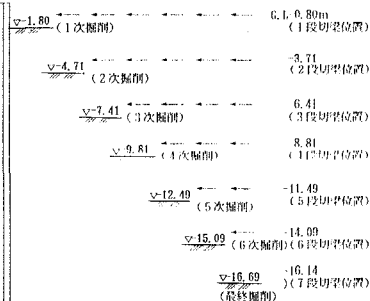
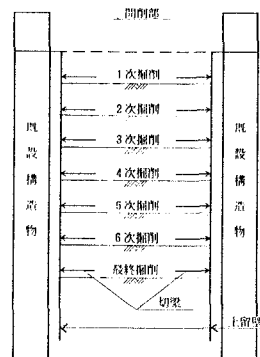


図-2 解析ステージ

3. 構造物の安全性評価

工事によるラーメン橋台への影響は前項の解析結果から①SMW工による地盤の緩みに起因する沈下と②大規模掘削によるリバウンド現象に伴う隆起が推定される。これらの現象を構造物の不同鉛直変位としてとらえ、各部材の検討は部材の実際の挙動に対する評価を行うため、限界状態設計法の考え方を適用し、以下に示す2つの限界状態に対応した。

終局限界状態：構造物の部材断面に破壊を生じる状態

使用限界状態：ひびわれにより耐久性を損ねる状態

(1) 不同鉛直変位発生による増加応力と耐力の関係

図-3に示すように、掘削側柱下端を強制変位（前項の解析結果に見合う変位量）させることによって生じる増加応力を骨組ラーメン解析（線形解析）によって求め、これを次式④、⑤に示す耐力に達した時点のラーメン左右の相対鉛直沈下量を許容しうる構造物の変位量とした。

使用限界状態： $W_o + W_o' < W_a \cdots \text{④}$

W_o ：既設応力による構造物のひびわれ幅
 W_o' ：増加応力による“
 W_a ：ひびわれ幅の制限値

終局限界状態： $M_d + M_d' < M_u / \gamma_b \cdots \text{⑤}$

M_d ：既設応力沈下による増加応力
 M_d' ：不同鉛直沈下による増加応力
 M_u ：設計断面耐力
 γ_b ：部材係数

なお、使用限界状態におけるひびわれ幅の制限値 W_a の設定に対しては、工事の影響を受けるラーメン橋台の変形は、工事完了後もそのまま残留すると考え、施工時という一時的な影響ではあるが、通常の制限値 $W_a = 0.005c$ or $0.004c$ を採用した。（ c =かぶり）

(2) 算定結果と安全性評価

ラーメン橋台の線路方向、線路直角方向の各部材別の応力照査を行った結果、線路方向地中梁がクリティカルな部材であることが判明した。

終局限界状態（断面破壊）に対する許容変位量は図-4に示すように26.91mmとなり、使用限界状態（ひびわれ）に対する許容沈下量は図-5に示すように9.22mmとなった。

解析結果（F. E. M解析）から得られる鉛直変位量が最大6mmと予測されるため、本工事による影響によって既設構造物が耐力不足になること及び有害なひびわれの発生により耐久性を損ねる状態にはなりにくいことが確認された。

4. おわりに

近接する鉄道構造物に対して許容される相対変位量の設定に対しては、①構造物の耐力及び耐久性から定まる変位量、②列車の走行上の安全性から定まる折れ角、目違い量③鉄道の整備基準目標値から定まる変位量の3項目がある。

本検討では、①の耐力、耐久性からは9.22mmの許容相対変位量が算定されたが、②の列車走行上からは28.8cm、③の軌道整備からは8.9mmが求められた。

結果として、軌道整備基準から定まる変位量が耐力上よりも小さい値となり、工事における許容相対変位量は $8.9 \approx 8.0$ mmと設定された。

今後、工事の影響を計測によって管理していく体制をととのえており、計測結果と解析との整合性については別の機会に報告したい。

参考文献：鉄道構造物等設計標準・同解説コンクリート構造物（H4.10）鉄道総合技術研究所編

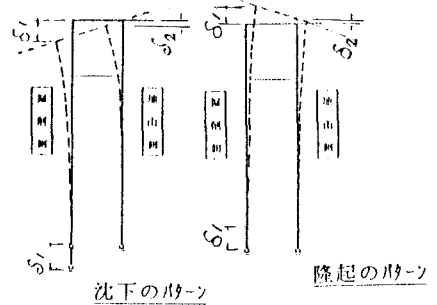


図-3 変位のパターン（ $\delta = \delta_1 - \delta_2$ …相対鉛直沈下量）

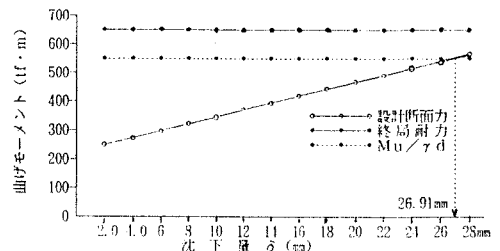


図-4 沈下量と断面破壊に対する安全性の評価（線路方向地中梁上側）

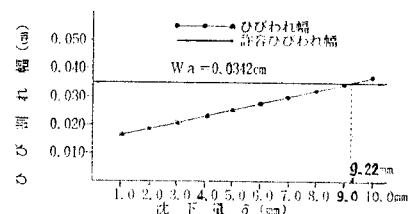


図-5 沈下量とひびわれに対する安全性の関係（線路地中梁上側）