

大阪市下水道局 建設部処理場課
 (株)熊谷組土木技術部
 (株)熊谷組大阪支店平野処理場作業所
 (株)熊谷組土木技術部

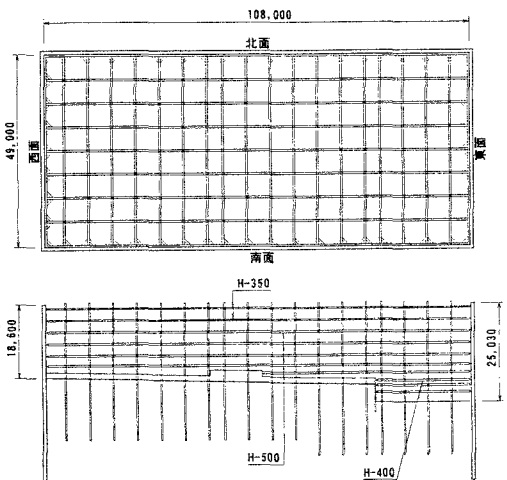
正会員 大杉 朗隆
 正会員 高尾 秀之
 高岡 和夫
 正会員 ○吉田 健治

1. 概要

本報告は「平野下水処理場急速砂ろ過池並びに雨水滞水池築造工事」のうち、掘削工に関するものである。本施設は上部が急速砂ろ過池（処理能力：192,000m³/日）、下部が雨水滞水池（貯留容量：40,000m³）の複合下水処理施設となっており、寝屋川水系の水質環境基準を安定的に達成する目的を持っている。

施工規模は東西108m・南北49m、掘削深度19～25mであり（図－1）、土留形式はR C地中連続壁（壁厚900mm、壁長45.5m）・支保形式は切梁腹起し形式（切梁段数6～10段）であり、100mを超える長大切梁の施工であることに最大の特徴がある。

地盤構成はOP+4.5mを掘削基面とし、OP+3.5～OP-5.0mが沖積層、以下OP-14m付近までが低位段丘層であり、掘削底面（OP-14.1～-20.5m）は天満粘土層となっている。



図－1 平面図および断面図

2. 施工時の技術的課題

掘削工事における問題点は以下に示す。

- ・長辺が108mあり、施工期間も長期に及ぶため切梁の温度応力の影響が無視できない。
- ・土留背面に既設下水管流入渠・電話・ガス・電力等の埋設物が多い（近接施工）。

そこで、土留変位を抑制するためにプレロード工法を採用するとともに、施工ステップ毎に計測データを基に予測解析を行う情報化施工を採用した。

3. 情報化施工上のポイント

土留壁の挙動を予測し、以降の制御項目を設定するため、各段の切梁設置段階で弾塑性法による現状解析・予測解析を行った。

表－1に計測器の一覧を、表－2に管理基準値の一覧を示す。解析上のポイントとなる事項を以下に示す。

- 1) 逆解析におけるパラメータは側圧強度および地盤反力係数を採用した。
- 2) 気温降下時の土留変位を切梁位置における強制変位として考慮した。
- 3) 土留壁の変形による剛性低下を考慮した。

表－1 計測器一覧

計測器名称	セット数 (台数)	備考
基準沈下計	2	
水盛り式沈下計	11	埋設物沈下測定
ローラー傾斜計	20	土留壁・地盤傾斜測定
固定型傾斜計	3(66)	土留壁傾斜測定
温度計	8(56)	切梁温度計測
切梁ひずみ計	57	切梁軸力測定
鉄筋計	2(56)	土留壁鉄筋応力測定
水圧計	1(8)	水圧測定
間隙水圧計	1(4)	間隙水圧測定
土圧計	1(8)	土留壁隣接部土圧測定
土中土圧計	1(4)	背面地盤土圧測定

表－2 管理基準値一覧

計測項目	管理基準値		
	1次管理値	2次管理値	管理限界値
土留変位	限界値の80%	限界値の90%	近接構造物 許容変位
土留応力	限界値の80%	限界値の90%	鉄筋許容応力度
切梁軸力	設計切梁反力	限界値の80%	切梁許容耐力

Akitaka OSUGI, Hideyuki TAKAO, Kazuo TAKAOKA, Kenji YOSHIDA

4. 温度低下に伴う土留変位

平成8年10月～12月（6次掘削完了～7次掘削施工前）にかけて、東面において外気温の低下に伴う土留変位および背面沈下の増加が発生した。図-2に各施工ステップにおける切梁軸力・温度の変化を、図-3に各施工ステップにおける壁面変位を示す。この時期東面の掘削作業は行っておらず、切梁軸力は1～3段切梁が低下、4～6段切梁が増加した。したがって、変位の増加の主要原因は切梁が外気温低下に伴い収縮したものと判断された。以降の予測解析においては解析時の温度と予測温度の差から切梁の温度収縮量を算定し、弾塑性解析において強制変位（ $\delta = \alpha \cdot \beta \cdot L / 2 \cdot \Delta T = 1.8\text{mm}$; $\alpha = 0.5$: 固定度, $\beta = 1.35 \times 10^{-5}$: 線膨張係数, $L = 10.8\text{m}$, $\Delta T = 5^\circ\text{C}$ ）として与えた。

5. 土留壁の変形による剛性低下の考慮

土留壁の変形量が大きくなるとコンクリートの有効（圧縮）断面が減少するため断面剛性が低下する。この剛性低下については次の Branson の実験式で与えられ、以降の予測解析に適用した。

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M} \right)^4 \cdot I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M} \right)^4 \right] \cdot I_{cr}$$

ここに、 I_e : 有効断面2次モーメント, M_{cr} : ひび割れ発生モーメント, I_g : 全断面有効断面2次モーメント, I_{cr} : 引張側無視断面2次モーメント
 I_e の算定方法は、以下の通り。

- ①傾斜計のたわみ角 θ （実測値）から曲率 ϕ を求める。
- ②発生モーメント M_1 を仮定する。
- ③Branson の実験式を用いて I_e を試算する。
- ④ $M_2 = E_c \cdot I_e \cdot \phi$ （ E_c : コンクリートの弾性係数）を求める。
- ⑤ M_2 と M_1 を比較し、一致すれば終了、一致しない場合②へ戻る。

6. 予測解析結果と実測値の比較

図-4に最終掘削時東面土留壁変位の予測値（最大変位 53.2mm）と実測値（最大変位 53.3mm）を示す。実測値と予測値を比較すると、変形は実測値の方が全体的に下方へ移動し、変位量も若干大きくなったが、これは変形モードが変化したため、および予測した温度低下（平均気温で 5°C の低下を予測）よりも実際の温度低下が大きかったため（2月の最低気温 -0.2°C ）と考えられる。

7. まとめ

長大切梁の情報化施工において、外気温の低下に伴う切梁の温度収縮および変形量の増加に伴う地中連続壁の剛性低下を考慮して予測解析を行った結果、予測変位と実測変位は比較的良好一致を示し、安全に施工を継続することができた。

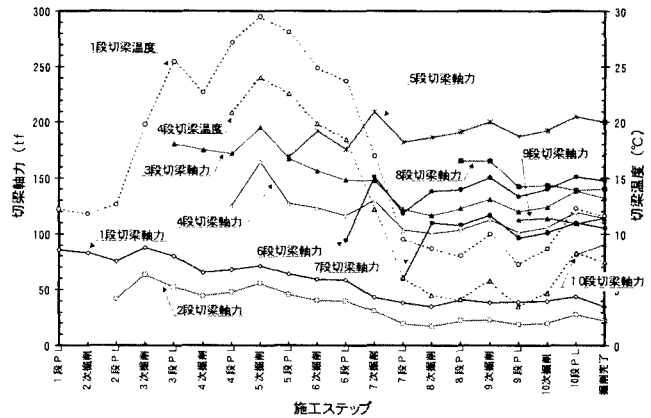


図-2 各施工ステップにおける切梁軸力・温度の変化

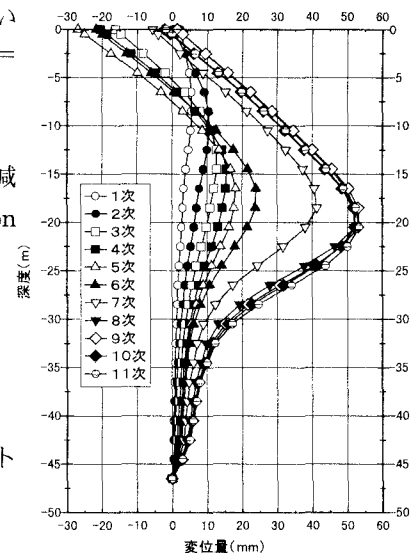


図-3 東面土留壁変位

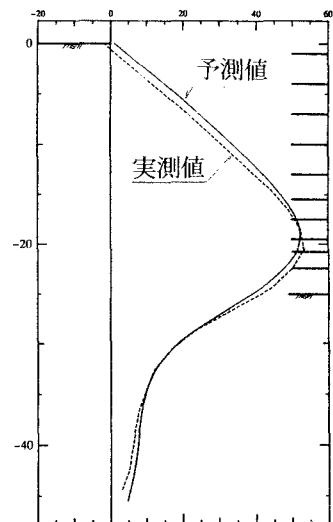


図-4 東面最終掘削時における土留壁変位実測値と予測値の比較