

逆 T 型擁壁の内部摩擦角に着目した背面土圧の評価について

大成建設 正会員 ○佐藤 貴紀 大成建設 正会員 坂田 賢亮
 大成建設 正会員 美斉津 宏史 大成建設 正会員 宮田 紀幸

1. はじめに

通常、擁壁背面の埋戻土の内部摩擦角は、指針等に定められた標準値である 30~35° の値が採用される事例が多い。¹⁾ この理由の一つとして、計画・設計の段階で、現地盛土材料の施工管理手法、材料特性を正確に把握することが困難であることが挙げられる。しかし、今回新設した擁壁では、既往の事例や文献の調査^{2), 3)} により、現地発生土を用い、事前に室内土質試験、転圧試験を行うことで、通常の場合よりも高い内部摩擦角の評価が可能であると考え、計画的な施工管理の実施を前提として、構造設計において内部摩擦角を 38° とした土圧評価をしている。その設定した土圧に対し、擁壁に事前に設置した各種計測機器より得られた測定結果から、設計時の土圧評価及び施工時の転圧仕様の妥当性を確認した。

2. 構造物の概要

平成 27 年 3 月に竣工した呉市一般廃棄物最終処分場の貯留構造物は逆 T 型擁壁、底版コンクリート、覆蓋施設で構成されている。その中の逆 T 型擁壁は図-1 に示すように、壁高が約 15m であるのに対し、堅壁付け根の部材厚が 1.3m であり、スレンダーな形状をしている。このような形状を可能にした一因として、背面土圧の評価が挙げられる。構造設計では、擁壁には主動土圧が作用するものとし、埋戻土の内部摩擦角を 38° と評価し、常時主動土圧係数を $K_a=0.24$ と設定している。

3. 埋戻土の転圧仕様

埋戻土の岩質は主に風化花崗岩であり、施設の構築に伴う掘削により生じた現地発生土を用いている。事前に複数の異なる締固め度に設定した供試体を用いて三軸圧縮試験を実施し、内部摩擦角 38° を確保できる締固め度を算出した。更に、試験盛土を実施し、RI 計測を基に締固め度を確認し、所定の締固め度を得られる転圧仕様を設定した。内部摩擦角と乾燥密度の関係を図-2 に示す。また、試験盛土の実施概要を表-1 に示す。試験盛土により、転圧回数が 6 回で所定の締固め度が得られたため、実施工では、盛土材料に関わらず転圧回数を一律 6 回と設定した。各種計器を設置した擁壁の背面埋戻しは、躯体構築後、約 3 ヶ月間にわたって施工された。

4. 測定機器の概要

設置した測定機器は、傾斜計、土圧計、鉄筋計、鉄筋ひずみゲージ及びコンクリートひずみゲージである(表-2)。計測機器の配置図を図-3 に示す。各種計測機器は、コンクリートの打設リフトに応じ、3 つのレベルに分けて各々セットした。また、擁壁断面内の配置位置としては、鉄筋計、鉄筋ひずみゲージは引張鉄筋位置に、コンクリートひずみゲージは圧縮鉄筋位置にそれぞれセットした。各計測機器は、擁壁完成の後、埋戻しが開始される直前に、計測値を 0 リセットしている。計測期間は擁壁背面の埋戻し開始直前から、埋戻しが完了するまでとした。計測機器を設置したブロックは全 29 ブロックの内の 2 ブロックである。

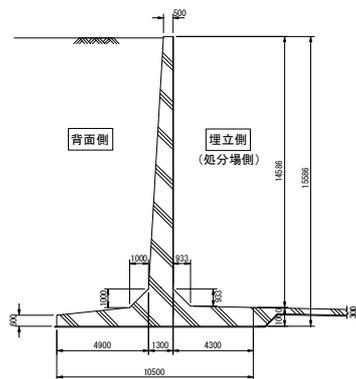


図-1 レイアウト

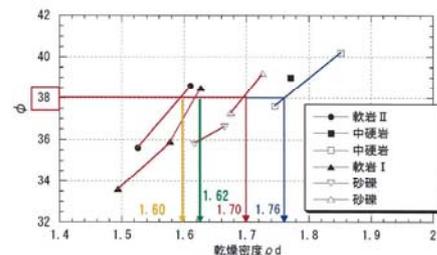


図-2 内部摩擦角と乾燥密度の関係

表-1 試験盛土の実施概要

項目	Case 1	Case 2	Case 3
盛土材料	中硬岩	砂礫	軟岩 I
目標締固め度	90%	98%	98%
捲出し厚	30cm		
転圧機械	10t級振動ローラー		
転圧回数	N = 2, 4, 6, 8, 10		
測定項目	乾燥密度 (RI), 地表面沈下量 (12箇所の平均値)		

表-2 計測項目 及び 計測機器

計測項目	計測機器	記号
① 擁壁傾斜	自動挿入式傾斜計	■
② 作用土圧	土圧計	▲
③ 鉄筋応力	鉄筋計	▼
	ひずみゲージ	■
④ コンクリート応力	ひずみ計	●

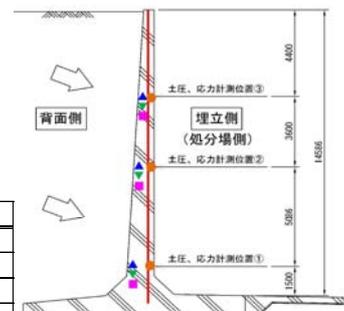


図-3 測定機器の配置図

キーワード 逆 T 型擁壁、土圧、内部摩擦角、転圧仕様、埋戻土、風化花崗岩

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 (新宿センタービル) 大成建設株式会社 TEL 03-5381-5419

5. 測定結果

埋戻しの実施状況を図-4に、測定結果を図-5～図-8に示す。図-5より、計測終了時の擁壁天端の水平変位は41mmであった。図-4、図-5からクリープによる変形を受けていることが明らかであり、その影響を除去すると変位は13mmとなり、設計時の弾性変位である22mmよりも小さい値であった。また、鉄筋応力については図-6より、 $\sigma_s=72\text{N/mm}^2$ であったが、設計値は $\sigma_s=129\text{N/mm}^2$ であり、設計値よりも小さい値であった。一方、図-8より、計測位置①における土圧が92kPaであるのに対し、同レベルの設計土圧は67kPaであり、設計値よりも大きな値であった。

6. 結果の分析、考察

図-9に計測変位から算定した擁壁に生じる曲げモーメント図を、図-10に鉄筋及びコンクリートのひずみから、擁壁断面の平面保持の仮定を基に算定した曲げモーメント図を示す。計測位置①及び②の値を比較すると、両者は近い値となった。また、擁壁の変位より算定した土圧合力は $P_{a1}=260\text{kN/m}$ 、鉄筋及びコンクリートのひずみより算定した土圧合力は $P_{a2}=248\text{kN/m}$ であった。これは、内部摩擦角を 38° とした当初設計手法により算定した土圧合力と比較し、約70%であった。この要因としては、所定の締固め度を満足するための転圧仕様を設定しているため、実際の埋戻土の内部摩擦角が 38° 以上発揮されている可能性があること、埋戻土の粘着力を土圧算定上考慮していないこと、貯留構造物は硬質な岩を掘削して構築しているため、擁壁背面に地山の斜面が近接しており、近接地盤による土圧の低減効果等が考えられる。一方、土圧計により計測された土圧は、擁壁の変位、鉄筋及びコンクリートのひずみとの関連性が見られなかったため、今回の場合では計測値の信頼性が低いと考えている。今後FEM解析等により、埋戻土のすべり面の確認、土圧の分布形状の確認及び埋戻土の粘着力や背面地山による影響の把握が必要であると考えている。

7. まとめ

背面土圧の評価として、設計において、内部摩擦角を 38° 、常時主働土圧係数を $K_a=0.24$ としたが、現地の各種計測結果より、想定以上の荷重は擁壁に作用していないことが確認できた。また、このことから、施工において設定した転圧仕様も適当であったと考える。

謝辞

調査にあたり呉市をはじめとする工事関係者の方々には多大なご協力を頂きました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 道路土工擁壁工指針 (平成24年度版)
- 2) 水本信男、宮原健二：風化花コウ岩地帯における切り取り斜面と盛土 土質工学会論文報告集 1979
- 3) 新体系土木工学 17 土の力学、4) 土木技術 特集：目からウロコの擁壁設計のすべて
- 5) 嶋津晃臣：実大擁壁土圧実験と起動内部摩擦角の評価 土木学会論文集 2010

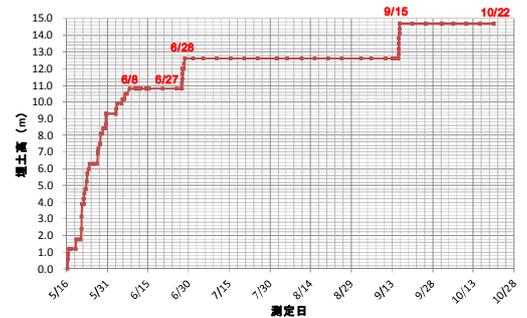


図-4 埋戻しの実施状況図

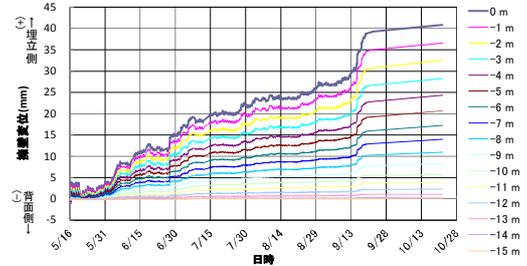


図-5 擁壁変位 経時変化図

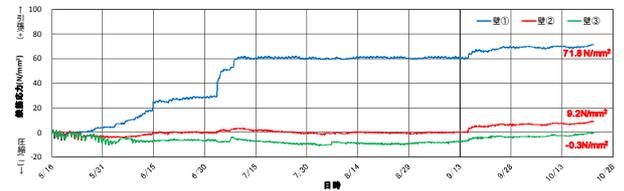


図-6 鉄筋応力 経時変化図

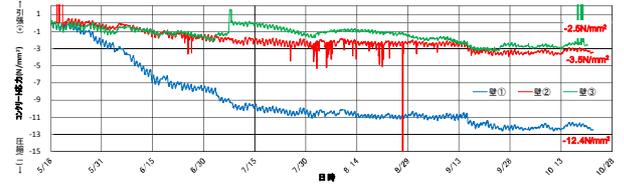


図-7 コンクリート応力 経時変化図

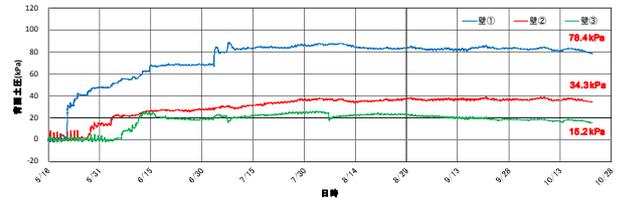


図-8 擁壁土圧 経時変化図

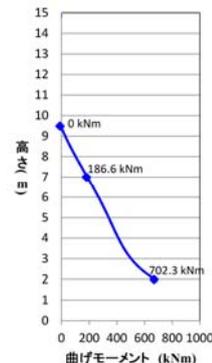


図-9 変位から算出した曲げモーメント図

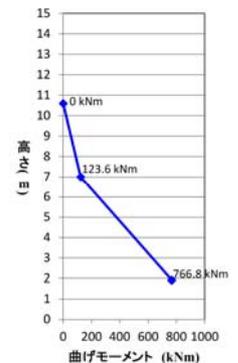


図-10 ひずみから算出した曲げモーメント図