

## かさ上げされた廃棄物斜面の安定性評価

中央大学 学生会員 ○齋藤 正幸  
 中央大学 正会員 齋藤 邦夫  
 中央大学 正会員 石井 武司

### 1. はじめに

廃棄物の最終処分場の新規建設が、様々な制約から困難になっている。そのような背景から、既存の最終処分場では、かさ上げや勾配の見直しにより埋立て容量を増やすことがしばしば行われる。こうした対応の際に、十二分に廃棄物の特性を把握した上で、確実な方法によって埋立て斜面の安定性を検討する必要がある。本文では、廃棄物斜面の安全性を評価する解析手法として SSR-FEM を用い、廃棄物のかさ上げが安全性にどう影響するかを検討する。

### 2. 廃棄物の工学的特性

廃棄物の工学的特性を把握するために、約 100 件の文献を収集、整理をした。廃棄物の物性についてまとめた結果が表-1 である。また、表-2 は、最終処分場で安定計算に用いられている入力値を取りまとめたものである。表-1 から廃棄物の物性はその種類によって大きく異なっている。粘着力に着目すると 0~1200 (kN/m<sup>2</sup>)、内部摩擦角についても 0~50 (°) と広い範囲で分布する。単位体積重量に関しては、7~21 (kN/m<sup>3</sup>) と約 3 倍の幅を持っている。また、表-2 より廃棄物は処分場ごとに c 材、φ 材、cφ 材に区分して取り扱われている。

### 3. SSR-FEM の有用性

廃棄物処分場の斜面安定を評価するにおいては、円弧すべり法が従来から広く用いられている。しかし、円弧すべり法はすべり面を円弧と仮定するため安全率を過大に評価してしまう可能性がある。そこで、本研究では、すべり面を仮定せず且つ系全体の安全率を算出できる SSR-FEM<sup>1)</sup> を採用することにした。これと比較するため、円弧すべり法による解析を同時に実施し、物性値と解析手法の違いが安全率にどう影響するかを把握するため数値実験を行った。計算手法検討に用いる設計値は、表-1, 2 に示す値を参考に、表-3 のように決定した。ここで、堰堤の粘着力を 1000 (kN/m<sup>2</sup>) と大きく与えたのは、廃棄物に対し相対的に物性の大きい堰堤では、すべり面が形成されることはないとは仮定するためである。

表-1 廃棄物の工学的特性の例

	単位体積重量 γ (kN/m <sup>3</sup> )	粘着率 c (kN/m <sup>2</sup> )	内部摩擦角 φ (°)
焼却灰	10.8	126	20.6
破砕不燃物	11.7~20.3	6.0~88.0	31.9~51.2
一般廃棄物	7.0~14.8	0~1160	30.0~47
焼却残さ	12.4~20.6	0	25~27
産業廃棄物		15.0~40.0	0.0

表-2 廃棄物の物性の計画値

	単位体積重量 γ (kN/m <sup>3</sup> )	粘着力 c (kN/m <sup>2</sup> )	内部摩擦角 φ (°)
処分場A	16.3	3.0	35.0
処分場B	15.7	6.8	0.0
処分場C	13.0	16.0	28.0
処分場D	16.3	0.0	35.0
処分場E	11.7	26.0	32.0
処分場F	8.1	4.7	41.0
処分場G	18.0	0.0	30.0

表-3 計算手法検討に用いた設計

	γ (kN/m <sup>3</sup> )	c (kN/m <sup>2</sup> )	φ (°)
c材	13	10,20,30,40,50	0
φ材		0	5,10,20,30
堰堤	18	1000	35
基盤	18	200	35
地盤	18	16	28

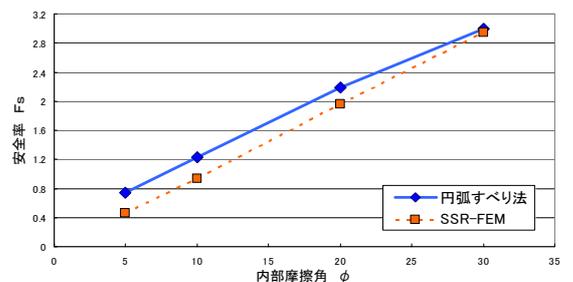


図-1 安全率と内部摩擦角の関係(常時)

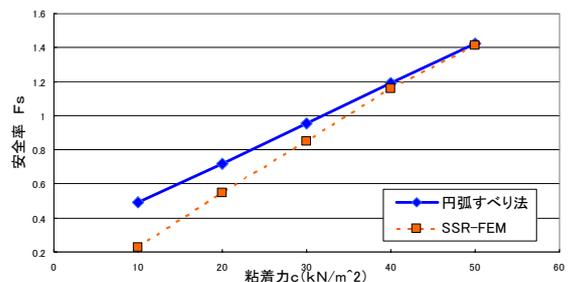


図-2 安全率と粘着力の関係(常時)

キーワード 廃棄物、廃棄物特性、かさ上げ、急勾配化、SSR-FEM

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL 03-3817-1812

解析結果は図-2, 3 に示す通りである。c 材 φ 材ともに円弧すべり法の方が安全率を過大に評価する傾向が認められる。これは、SSR-FEM のすべり面は強度の強い堰堤を避けるのに対し、円弧すべり法の方はすべり面を円弧に仮定しているため、堰堤を完全に避けるようなすべり面とならないためである。

4. 数値実験概要

かさ上げによる容量増加と安全率の関係を把握するために、図-1 に示す現実の設計断面について、表-4 に示す case1~case5 の数値解析を行った。また、それぞれの case における廃棄物埋立て面積と斜面勾配については表-5 に、本解析に用いた入力値は表-6 のごとくである。

5. 数値実験結果及び考察

結果は図-4 に示す通りである。斜面勾配が 1:2.6 とした case1~4 について着目すると、4 ケースの安全率は、ほぼ線形に低下する。しかし、堰堤の増加量が大きいと安全率は若干高く算出される。そのため case が 2 から 4 に進むにつれ堰堤増加量が大きいので、多少安全率の低下が減少する。

次に、case4 と case5 に着目してみる。Case4 は、勾配が 1:2.6 と case1~3 と同様であり、case5 は勾配が 1:1.8 と急勾配化されている。ただし、両ケースとも堰堤の増加面積をともに 525.0 m<sup>2</sup> とし、堰堤増加量の違いによる安全率の差異が出ないように配慮した。結果は図-4 の case3→4 と case3→5 のグラフより、case5 のように急勾配化させると埋立て容量増加が期待できる半面、安全率の低下は著しいものとなることがわかる。このことから、かさ上げの際に堰堤を構築する容量がたとえ同量でも、かさ上げの仕方により大きく安全率が異なることが指摘できる。

6. まとめ

廃棄物斜面について、堰堤と廃棄物層に大きなせん断強度に違いがある場合は、円弧すべり法では安全率を過大に評価してしまう可能性がある。また、かさ上げによる安全率の低下が引き起こされる場合、埋立て斜面の違いによって安全率の低下は大きく異なる。

今後は、急勾配化による安全率の低下に焦点をあて解析を行う。また、廃棄物の不均質性を表現するために、SSR-FEM に確率分布を組み込ませ解析を行う。さらに、地震時についての解析を行う予定である。

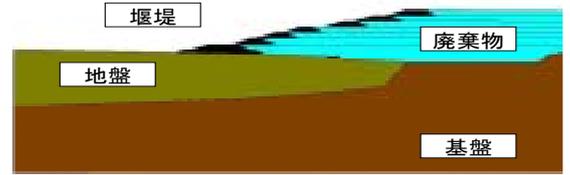


図-3 対象とした設計断面

表-4 本解析 case の種類

case1~3	旧廃棄物層のみの状態から順に廃棄物をかさ上げしていく。
case4	図-1の断面に対し、同じ斜面勾配を保ちさらにかさ上げする。
case5	図-1の断面に対し、case4より斜面を急勾配化させかさ上げを行う。ただし、堰堤の総断面積はcase4と同値とする。

表-5 埋立て面積と斜面勾配の整理

	廃棄物かさ上げ面積 (m <sup>2</sup> )	堰堤増加面積 (m <sup>2</sup> )	廃棄物斜面勾配
case1	4300	487.2	1:2.6 (21°)
case2	6000	209.0	1:2.6 (21°)
case3	7500	232.5	1:2.6 (21°)
case4	8500	525.0	1:2.6 (21°)
case5	9200	525.0	1:1.8 (29°)

表-6 本解析の設計値

	γ (kN/m <sup>3</sup> )	c (kN/m <sup>2</sup> )	φ (°)
廃棄物	13	16	28
堰堤	18	1000	35
基盤	18	200	35
地盤	18	60	20

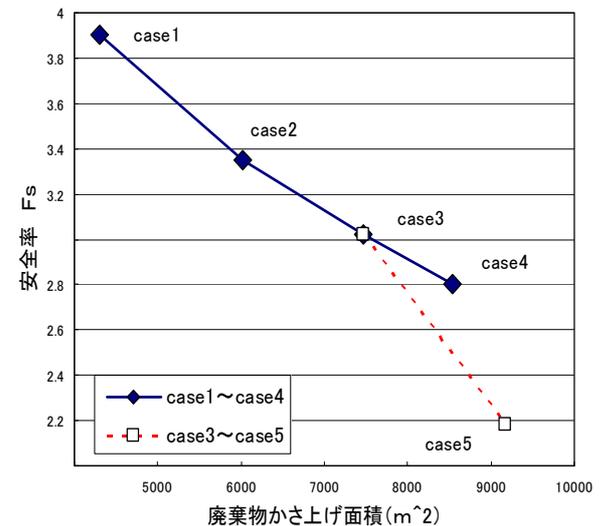


図-4 埋立て容量と安全率の関係(常時)

参考文献

1) 鵜飼恵三 (1990) 安定解析におけるせん断強度低減法の有用性, 地盤工学会 vol. 38