

D4-6 不法投棄等現場の堆積廃棄物層で留意すべき斜面崩壊に関する研究

○(正)山脇敦¹⁾, (正)島岡隆行²⁾, (正)大嶺聖³⁾, (正)勝見武⁴⁾, (正)川崎幹生⁵⁾, (正)土居洋一⁶⁾, 柴暁利⁷⁾, (正)川井晴至⁸⁾, 坂口伸也⁹⁾, 小原孝之⁹⁾

¹⁾産業廃棄物処理事業振興財団, ²⁾九州大学大学院工学研究院, ³⁾長崎大学大学院工学研究科, ⁴⁾京都大学大学院地球環境学堂, ⁵⁾埼玉環境科学国際センター, ⁶⁾長野県短期大学生活科学科, ⁷⁾同済大学環境科学で工程学院, ⁸⁾九州大学東アジア環境研究機構, ⁹⁾前田建設工業株式会社

1. 研究の背景

産業廃棄物の不法投棄等現場では、不法投棄等の行為者により急勾配に盛り立てられることが多く、斜面崩壊のおそれを指摘されることが少なくない。堆積廃棄物の斜面安定性については確立した評価法が無い状態にある中で、国内21の斜面崩壊のおそれが指摘された現場の状況調査、国内外での崩壊事例調査、現場での大規模な載荷・崩壊実験等により、わが国の不法投棄等現場で留意する必要がある斜面崩壊パターンや斜面安定性の解析・評価法について研究した。

2. 国内外の堆積廃棄物の崩壊事例

表1 堆積廃棄物層(くず鉢を除く)の既往大規模崩壊17事例の崩壊要素(国内1件、アジア・中東4件、欧州3件、北米6件、南米2件、アフリカ1件)

崩壊に関連した要素	該当事例数	非該当事例数	不明数
遮水工のない堆積地や埋立地等で発生した事例	9	6	2
遮水工のある処分場で発生した事例	6	9	2
堆積高さ(標高差)が30mを超える事例	12	4	1
堆積層の斜面勾配が35°以上の事例	5	11	1
下層土(原地盤)が5°程度以上の傾斜地での事例	8	7	2
崩壊面が廃棄物と下層土の間で生じた事例	10	5	2
うち崩壊が遮水工内で生じた事例(6事例中)	5	0	1
内部水位上昇等、水に関する事項に起因した事例	17	0	0
うち崩壊前に大量の降雨があった事例	9	8	0
過去に火災・爆発が確認された事例	5	---	12
低密度埋立または締固めが不十分な事例	4	---	13
地震が崩壊原因の事例	0	17	0

表2 不法投棄等の分類と斜面崩壊等の状況(国内)

廃棄物の形状・種類	原地形別の斜面崩壊が危惧された現場数		
	平地	傾斜地	計
1) 大型がれき、角材等の粗大物主体	1	2	3
2) 繊維状物等(概ね10cm以上)混入多	9	3	12
3) 細粒分主体(プラ、繊維分あり)	4	0	4
4) 土砂分、がれき主体(プラ等ほぼ無し)	1	1	2
計	15	6	21



3. 載荷実験(上海)



写真1 載荷実験(斜面高9m、勾配63.5°、載荷重8.6 kN/m²)
(処分場内で廃棄物性状が国内の不法投棄等現場に近い区画で実施)

・載荷後も変位なし
・側面、背面を掘削し、背面から注水(10m³)、さらに背面から重機で押したが変位なし
→ ●極めて高い斜面安定性
→ ●既往解析法では評価不能

4. 崩壊実験(中部地方)

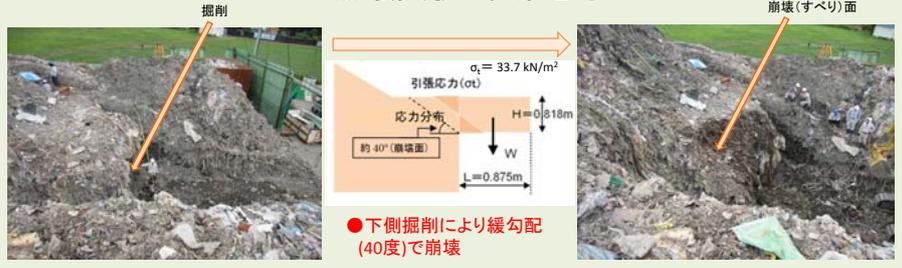


図1 不法投棄等現場(中部地方)での崩壊実験
(左写真: 矩形トンネル状の掘削 中央: 実験模式図 右写真: 崩壊後)

6. 斜面安定解析例

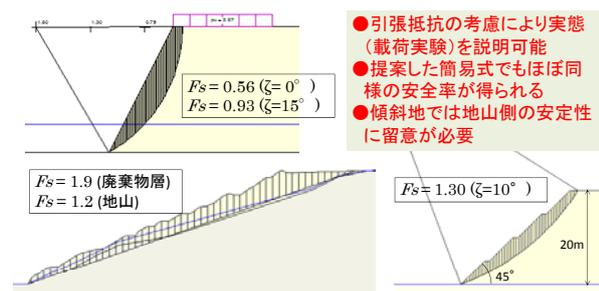


図2 斜面安定解析結果(左上:上海 左下:九州 右下:45°標準断面)

5. 斜面安定解析方法

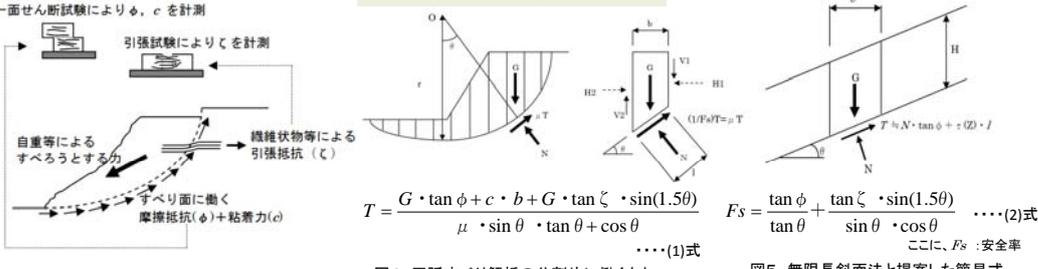


図3 繊維状物等を含む現場の斜面モデル
図4 円弧すべり解析の分割片に働く力と引張抵抗を考慮したケルシュの式
図5 無限長斜面法と提案した簡易式(引張抵抗考慮、粘着力無視)

表3 斜面安定解析の形状条件と計算結果

計算条件と計算結果	上海(載荷実験)	九州()内:地山	45°標準断面
平均斜面勾配(°)	63(平地上)	約30(20)	41(小段を含む)
斜面高(m)	9	40	20
単位体積重量(kN/m³)	11.5	14(18)	4
内部摩擦角φ(°)	38	45(0)	40
粘着力c(kN/m²)	5	3(60)	3
引張抵抗角ζ(°)	0	15	0(0)
Fs: (1)式	0.56	0.93	1.92(1.2)
Fs: (2)式	0.40	1.06	1.88(---)

6. わが国の不法投棄等現場で留意すべき斜面崩壊のパターン

①安息角を上回る急傾斜面での表層崩壊

●大規模崩壊には基本的につながらない

②谷地等の傾斜地上に堆積した廃棄物層の大雨時における大規模崩壊

●典型的な大規模崩壊
●前面勾配はあまり影響しない

③同上、原地盤(下層土)のすべり

④廃棄物層内への水の集中的な浸透に起因したすべり

●表面排水や構造物の維持管理が重要

⑤生ごみ等の水分や降雨、その他崩壊要因による廃棄物層内のすべり

●生ごみによる水分過多等(主に海外事例)
●廃棄物層中の崩壊は緩勾配で生じやすい

●平地での繊維状物等を含む一般的な不法投棄等現場ならば、45度勾配でも斜面安定が説明でき、行政代執行による対策工事費の大幅な削減が期待できる。
●一方で、傾斜地上の投棄現場では、廃棄物層の前面斜面勾配や廃棄物種類に関係なく大規模崩壊が生じ得るため、詳細な現場評価が必要になる。
●本研究で把握した廃棄物地盤の高いせん断強度特性により、埋立処分地の跡地管理や高度利用、今後も発生が想定されている災害廃棄物の有効活用等、廃棄物の力学特性を必要とする分野への応用、活用に結びつくことを期待。

[謝辞] 本研究は「環境研究社会推進費補助金(課題番号K22011、K2304、K2402)」の支援を受け行われた。