

廃棄物盛土地盤の強度評価手法

復建調査設計株式会社 小原雄哉

1. はじめに

本業務は、広島市内にある廃棄物埋立地に対して、一般廃棄物の埋立量増量に伴う土堰堤及び地盤の安定性について評価することを目的として、年度毎に埋立地に受け入れられる廃棄物を対象に試料を採取して室内土質試験を実施している。その結果を受けて、廃棄物地盤の特性について評価を行ったので報告する。

## 2. 試料採取方法

試料採取は、ボーリングマシンを用いてサンプリングをすることとし、年度毎に受け入れた廃棄物について、大型一面せん断試験の供試体作成を目的として、地表面下2.5m までの廃棄物層から乱れの少ない試料を採取した。ボーリング方法は、気泡ボーリングを採用した。これは、ボーリング調査で用いる水に界面活性剤と圧縮空気を混ぜることにより気泡を発生させ、その泡によりコアリング時のビット先端部の冷却とスライムの排出を行う方法である。これにより、より少ない流体量でスムーズにスライムを排除するため、原位置の特性を大きく変化させずにコアを採取することが可能である。(図-1) 採取した試料は、土質試験センターに搬入して次の工程へと作業を進めた。

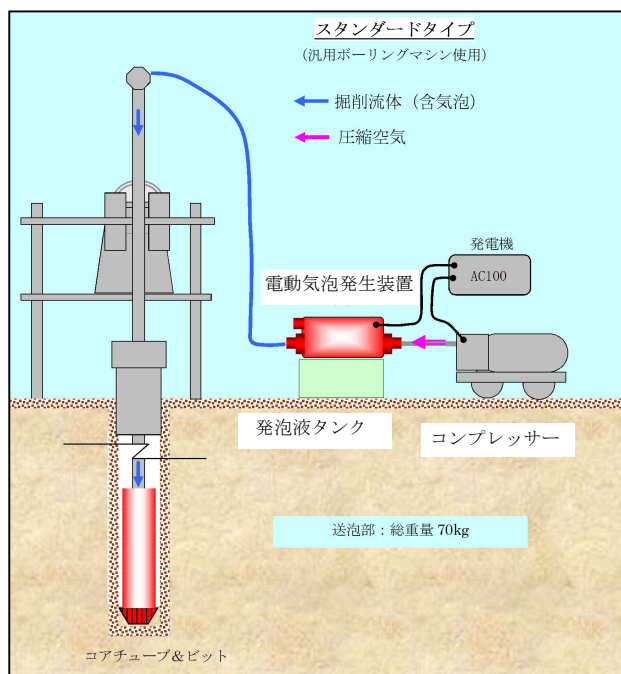


図-1 気泡ボーリング概要図

### 3. 室内土質試驗方法

室内土質試験は、年度毎に受け入れた廃棄物について、地盤特性を把握する目的で実施した。実施した室内土質試験の項目について表-1 に示す。

表-1 室内土質試験

試験項目	試験方法	概要
土の含水比試験	JIS A 1203	
土の湿潤密度試験	JIS A 1225	ノギス法
土の圧密定体積 一面せん断試験	JGS 0560-2012	

(1) 土の含水比試験(JIS A 1203)

土の含水比試験は、土塊を構成している土粒子・水・空気の三要素のうち、水と土粒子の質量比を求める試験である。廃棄物試料が熱で溶けないように50℃～60℃程度の低温で実施し、重量の変化がなくなったことを確認して試験完了とした。

(2) 土の湿潤密度試験(JIS A 1225)

土の湿潤密度試験は、自立する塊状の土の湿潤密度を求める試験である。

(3) 土の圧密定体積一面せん断試験(JGS 0560-2012)

土の圧密定体積一面せん断試験は、一次元圧密した土の体積を一定に保った状態で、垂直力を加える方向と直交する一つの面でせん断し、定体積せん断強さを求める試験である。廃棄物はガラなどが多いことから、供試体は径150mm、高さ60mmとした。また、圧密応力は想定されている長大法面の円弧すべりの最深深度が約25m(土被り圧としては、300kN/m<sup>2</sup>弱)であることから、100 kN/m<sup>2</sup>、200 kN/m<sup>2</sup>、300 kN/m<sup>2</sup>の3段階に設定した。

#### 4. 室內土質試驗結果

室内土質試験は、平成 14 年より実施しており、年度毎に埋立地に受け入れる廃棄物試料の強度を評価している。項目別に室内土質試験結果について示す。

### (1) 土の含水比試験結果

土の含水比試験結果は、図-2にまとめた。これによると、含水比は20～40%付近に集中している。試料によっては、含水比が10%未満の場合や50%を上回る場合があるが、試料が土（覆土）を多く覆んだ場合やプラスチック・ビニール類などの廃棄物を多く覆んだ場合によって、結果に大きな影響を与えた。

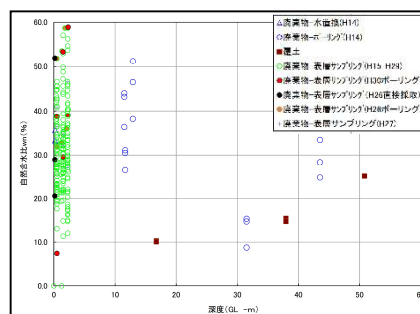


図-2 地盤深度と含水比の関係

## (2) 土の湿潤密度試験結果

土の湿潤密度試験結果は、図-3にまとめた。これによると、湿潤密度は0.9～1.2 (g/cm<sup>3</sup>) 付近に集中している。含水比試験結果同様に、試料状況によって結果が異なり、土(覆土)を多く覆んだ場合は密度が大きい結果が得られ、プラスチック・ビニール類などの廃棄物を多く覆んだ場合は密度が小さい結果が得られた。(写真-1)

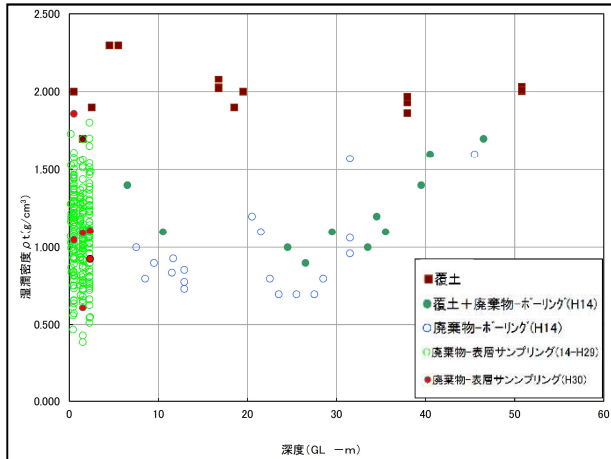


図-3 地盤深度と湿潤密度の関係



写真-1 試料状況

(左 GL-0.00 ～1.00m、右 GL-2.00 ～2.50m)

## (3) 土の圧密定体積一面せん断試験結果

土の圧密定体積一面せん断試験について、平成17年度～平成30年度までの試験結果を図-4にまとめた。一面せん断試験は、せん断変位が18mm(せん断面積の減少率15%)に達した時点での内部摩擦角を整理して、試験結果が設計強度の下限値( $\phi=30^\circ$ 、 $c=0\text{kN/m}^2$ )を満足しているか否かを確認している。

これまでに採取した試料に含まれる廃棄物の内容と試験結果について比較した結果、採取状況によって、結果は異なることがわかった。例えば、廃棄物が比較的新しく、土とよく混合されていない場合は、強度が小さかった。これは、せん断試験の際に、廃棄物の影響により、供試体がせん断方向に突っ張る方向に挙動するためと考えられる。

過去の試験結果によると、上記の理由などにより、一部の年度で設計強度を下回る結果が得られている。この対応として、埋立条件の見直しや埋立てを再度実施した後で、もう一度試料採取して土質試験を行い、強度を確認している。

その他の試験結果は、全て設計強度の下限値を上回っており、過去に所定の廃棄物盛土地盤で異常が確認され

ていないことから、 $\phi=30^\circ$  相当の強度があるものと思われる。

年度	湿潤密度 (g/cm <sup>3</sup> )	含水比 (%)	粘着力 $c'$ (kN/m <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi'$ (°)	(試料採取時) 湿潤密度 (g/cm <sup>3</sup> )
H17	1.039	30.6	5.7	39.6	1.396
H18	1.008	31.9	14.3	47.6	1.281
H19	0.895	28.7	70.7	22.3	1.066
H20	1.037	33.4	25.1	42.0	1.204
H21	1.067	24.7	26.0	40.0	1.179
H22	1.114	36.4	55.0	25.9	1.127
H23	1.129	37.3	64.0	19.8	1.083
H24	0.976	32.6	27.5	41.4	1.034
H25	1.177	37.5	15.0	36.0	1.262
H26	1.180	33.9	3.0	33.0	0.986
H27	1.204	36.3	11.5	33.8	1.257
H28	1.081	34.1	0	39.1	1.329
H29	0.980	33.5	18.5	34.3	1.133
H30	1.083	35.7	11.0	37.7	1.163

図-4 土質試験結果 一覧表

## 5. まとめ

土質試験結果に基づいて、本調査地の廃棄物の地盤特性を評価した結果、次の2点が考えられる。

湿潤密度(単位体積重量)について、これまでの埋立は、80%分の廃棄物を埋め立てた後に20%分の土を覆土するという考え方に基いて行われてきた。しかし、近年は廃棄物の飛散防止と確実な締固めを目的に、日常の埋立時に土砂を若干混ぜるようにしており、その結果、廃棄物と土砂の量比が変わっており、湿潤密度が徐々に大きくなってきている。

せん断強度について、大型一面せん断試験結果の垂直応力～せん断応力関係から設定しており、得られた試験結果について、当初の技術基準で定められた設計値と比較している。過去に試験値が設計値を下回る結果が得られたことがあったが、ここ数年は設計値を満足する結果が得られており、調査地の地盤の強度は $\phi=30^\circ$ に相当するといえる。

これまでに対象地の安全性について異常は確認されていないことから、本手法は安定性評価の一つの手法として有効であるといえる。また、年度毎に廃棄物地盤の物性値に関する資料も蓄積されており、将来安定解析を行ううえで有効なデータになるといえる。

一方で、課題として、土質試験については採取した試料の状況が試験結果に大きな影響を及ぼすといえる。試料が廃棄物と土を混合した状態で採取されるため、廃棄物と土の割合によって試験結果に差がでる。また、一面せん断試験について、廃棄物の内容がビニール・プラスチック類中心の場合とゴム製品など厚みのあるものが中心の場合では、異なる応力経路を示し、その結果、強度が不要に大きい結果が得られたことがあった。よって、試料採取時にコアの状態や含まれる廃棄物の内容を確認して、その状況を把握することが廃棄物盛土地盤の強度について、より正確な評価を行ううえで重要である。