

復建調査設計(株) 正 周藤 宜二
同 上 正 ○原 道泰
同 上 山岡 義春
ダイユウ技研(株) 大場 俊明

1 はじめに
近年、産業廃棄物は多種多様化する傾向があり、土木材料として有効的に活用していくための研究が進められている。今回、4種類の産業廃棄物(石炭灰(2種類)、鉍滓、廃石膏)によって山間谷部埋立が計画され、現場施工の管理基準を選定するための基礎資料を得ることを目的に、これら産業廃棄物の基本的性質を把握することと、石炭灰は、セメントが硬化していく現象と本質的に同じボゾラン反応を有する材料であるといわれていることから、締固めた産業廃棄物の経時変化特性についての検討を行ったので以下に報告する。

2 産業廃棄物の基本的性質
産業廃棄物の物理・化学的性質を表-1に示す。
比重に関して、石炭灰の場合は、 $G_s=2.2\sim 2.3$ と一般の土と比較して小さく、鉍滓・灰石膏は、逆に3.2、2.8程度と大きい。粒度組成より、石炭灰と廃石膏は、シルト分が卓越する細粒主体であるが、廃石膏は分散性が悪い。また鉍滓は、砂礫分を多く含む粗粒主体の材料である。また、コンシステンシー特性より石炭灰と鉍滓は、液・塑性限界がともにNPで非塑性であり、廃石膏は、液・塑性限界がともに高いが塑性領域が小さい材料である。締固め(締固め方法、第1法)特性を表-2に、また石炭灰Aの締固め曲線およびコーン指数の変化を図-1に示す。石炭灰と鉍滓の締固め曲線は明確なピークを示し、またコーン指数は最適含水比より若干乾燥側で最大値を示し湿潤側では激減する。廃石膏は、工場から搬出する時の含水比が高い(約140%)ため、含水比の減少に伴って乾燥密度が増加し、最大乾燥密度は得られない。またコーン指数も締固め曲線と同様な変化性状を示している。

表-1 物理・化学的性質

	初 期 含水比	比重	粒 度 組 成 (%)					コンシステンシー 特 性			P H
			%	G _s	礫分	砂分	シルト	粘土分	w _L (%)	w _p (%)	
石炭灰 A	0.25	2.318	0	7	71	22	—	—	—	10.4	
石炭灰 B	0.43	2.183	0	18	70	12	—	—	—	10.9	
鉍 滓	7.63	3.187	38	39	21	4	—	—	—	11.2	
廃 石 膏	142.13	2.837	0	3	75	22	133.5	79.2	54.3	9.0	

表-2 締固め特性

	締固め特性(第1法)	
	$\rho_{dmax}(t/m^3)$	$w_{opt}(\%)$
石炭灰A	1.196	32.0
石炭灰B	1.242	26.9
鉍 滓	2.192	11.9
廃 石 膏	—	—

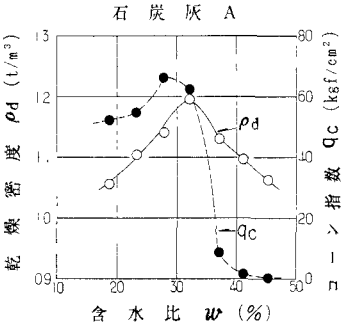


図-1 締固め曲線とコーン指数の変化

3 締固めた産業廃棄物の経時変化特性
(1)試験項目と供試体の作成条件 締固めた産業廃棄物の経時変化特性を、物理試験、一軸圧縮試験、透水試験より求めた。

- 供試体の作成条件は、
- ・乾燥密度～締固め度D=80、100%の2段階 (透水試験はD=80%のみ)
 - ・含水比～最適含水比で混合水は海水

但し、廃石膏は、使用する施工機械が十分な転圧をできる状態を作成基準とした。
一軸圧縮試験用供試体は、直径5cm、高さ10cmの2つ割モールドを5層に分けて静的に締め、モールドごと密封して恒温恒湿状態で保存した。また、透水試験用供試体は、直径15cm、高さ12.5cmのモールドで作成し、同様に保存した。養生期間は、0、7、28、90日の4段階である。

(2)試験結果
・物理的性質の経時変化 粒子の比重そのものは、ほとんど変化しないが図-2に示すように、石炭灰の粒度組

成は養生日数が増加すると粗粒化する傾向があるが、粘土含有率はほとんど変化なく、シルト粒子が砂粒子に変化していると思われる。また締固め度が大きいと粗粒化が長期に継続する傾向がある。鉱滓

と廃石膏についても若干ではあるが同様の傾向がある。

・力学的性質の経時変化

締固めた産業廃棄物の一軸圧縮強さの経時変化(締固め度 $D=100\%$)を図-3に示す。

今回試験に用いた産業廃棄物は、養生日数の増加に伴って強度が増加する性質を有していると言える。石炭灰と廃石膏では、養生日数が28日以後は強度増加が小さいのに対して、鉱滓は、長期に強度増加する傾向がある。また、廃石膏の強度増加は他の材料に比較して小さい。透水係数の経時変化を図-4に示す。どの産業廃棄物とも養生日数の増加にともない透水係数は低下するがいずれにしても「中位の」～「低い」の透水性に分類される。

以上の室内試験より、締固めた産業廃棄物は、強度が増加することがわかる。ただ廃石膏は、搬出時の含水比が高く、また他の廃棄物に比較して強度増加の割合も小さいことなどから施工時に十分な管理を行う必要があると考えられる。

4 おわりに

今回実施した産業廃棄物の室内試験結果より、今後現場施工で産業廃棄物を用いる際に検討すべき問題点について以下に列記する。

(1)室内試験は理想的な条件下での結果であり、自然条件が複雑に影響すると考えられる現場において産業廃棄物による盛土体の強度の経時変化を把握する必要がある。

(2)特に石炭灰は、非粘着性のシルトの材料であることから、水浸を受けた場合に強度発現を期待できるのか、また水浸による沈下は生じないものかなどについても検討をする必要があろう。

(3)産業廃棄物は強アルカリ性の材料であるため、周辺の環境対策もふまえて排水処理対策を事前に十分検討する必要がある。

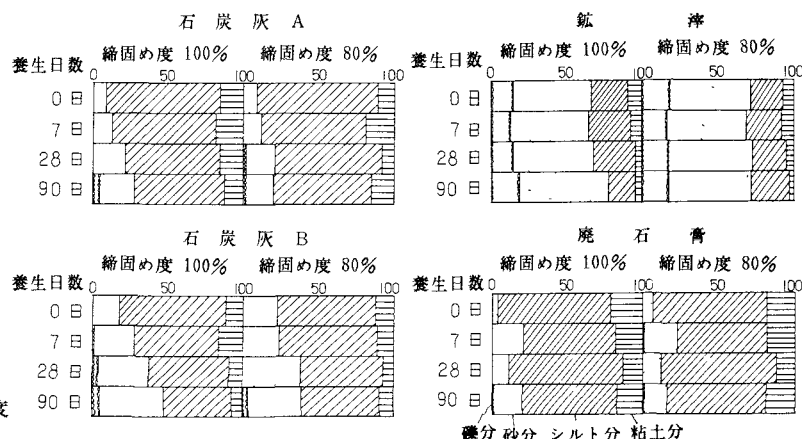


図-2 粒度組成の経時変化

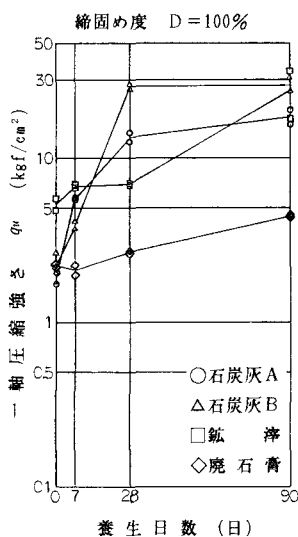


図-3 一軸圧縮強さの経時変化

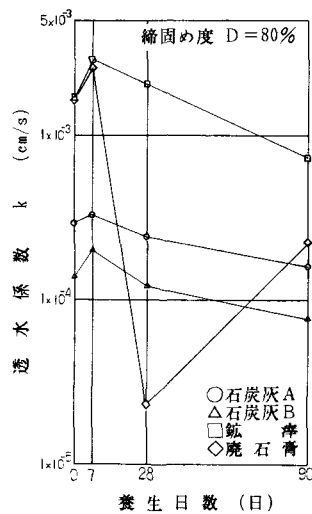


図-4 透水係数の経時変化