

# 建設汚泥の有効利用に関する実験的研究

澤 崎 雅 之\*・角 谷 喜代治\*\*

## Experimental Studies on the Recycle Use of Construction Waste

Masayuki Sawazaki and Kiyoji Kakutani

Several recycling techniques has been developed because construction waste can not be recycled directly. In this paper, we investigated solidification of construction waste using plaster board and scallop shell.

As a result, it is confirmed that construction waste can be recycled by solidification for construction materials which has enough physical stability.

### 1. はじめに

建設発生土は地盤を掘削する必要がある時には必ず排出されるものである。掘削時の発生土は一般に廃棄物ではなく、建設副産物として積極的にその有効利用が図られている。

しかし、一部の発生土は軟弱な泥状やアルカリ性を呈し、産業廃棄物とみなされる建設汚泥として区分されている。「建設廃棄物処理ガイドライン」<sup>1)</sup>によると建設汚泥とは、掘削工事によって排出され、含水比が高く、細粒の泥状のものであり、標準ダンプトラックに山積みが出来ず、また、その上を人が歩けない状態で、コーン指数がおおむね200kN/m<sup>2</sup>以下、または一軸圧縮強度がおおむね50kN/m<sup>2</sup>以下であると規定されている。ここで、建設副産物のリサイクルの現状について表-1に示す。

表-1 建設副産物のリサイクルの現状<sup>2)</sup>

品 目		H2年	H7年	H12年	H17年目標	
建設 廃 棄 物	アスファルト・コンクリート塊	リ サ イ ク ル 率  %	50	81	98	98以上
	コンクリート塊		48	65	96	96以上
	建設汚泥		21	14	41	60
	建設混合廃棄物		31	11	9	排出量25削減
	建設発生木材		56	40	83	90
	全体		42	58	85	88
排出量 (万トン)		7600	9900	8500		
最終処分量 (万トン)		4400	4100	1280		
建設発生土 (リサイクル率)		36	32	60		

\* 建設工学科地球環境工学専攻 \*\* 元大学院生

表一1は5年毎の集計結果であるが、平成12年度現在、アスファルト・コンクリート塊、コンクリート塊は、リサイクル率が96~98%に達しているのに対して、建設汚泥は41%と低迷しており、当初目標としていたリサイクル率の約7割となっている。

本研究では、このリサイクル率が低迷している建設汚泥にセメントやホタテ貝の貝殻、石膏ボードなどを混合することにより、土の性状を改良する「安定処理」を行い、強度や含水比の変化等について実験的な検討を行った結果について報告する。さらに、ホタテ貝を使用することによる臭気についてもアンケート調査を行った。

## 2. 試料土の特性と実験方法

表一2 実験に用いた試料土の物理的諸量

試験項目		試験値
土粒子の密度 $\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )		2.592
自然含水比 $W_n$ (%)		121.19
粒度組成	礫分 (2~75mm) (%)	0
	砂分 (75 $\mu$ m~2mm) (%)	4.03
	シルト分 (5~75 $\mu$ m) (%)	47.14
	粘度分 (5 $\mu$ m未満) (%)	48.87
液性限界 LL (%)		53.38
塑性限界 PL (%)		25.00
塑性指数 Ip (%)		28.38
pH		6.96
日本統一土質分類		CH

実験に用いた汚泥の物理的諸量は表一2に示すように、自然含水比約120%で日本統一土質分類ではCHに該当している。この汚泥に対して、種々の固化材を、一定の割合で混合して、ソイルミキサーで5分間練り混ぜたあと、直径5cm、高さ10cmの紙製モールドに締固め試料を作製した。その際、締固めにはタンパーを用いて、3層10回の締固め試料を作製した。

供試体作製後、20±2℃の恒温恒湿の状態で一定期間養生して、経過時間と一軸圧縮強度の関係を把握するために、3日、7日、14日、28

日経過後の一軸圧縮強度を求め、同時に含水比の変化についても測定した。

表一3 予備実験配合割合

	試料の種類	配合割合
A	土+セメント	10:3
B	土+ホタテ貝1cm+セメント	10:3:3
C	土+石膏ボード(粉末)+セメント	10:3:3
D	土+石膏ボード(粒)+セメント	10:3:3
E	土+石膏(北電)+セメント	10:3:3
F	土+フライアッシュ+セメント	10:3:3
G	土+クリンカ+セメント	10:3:3
H	土+ホタテ貝粉末(800℃)+セメント	10:3:3
I	土+ホタテ貝粉末(1000℃)+セメント	10:3:3
J	土+フライアッシュ+生石灰+セメント	10:3:3:3

まず最初に、各種固化材・固化助材の配合比の検討を行うために、表一3に示すような10種類の試料について予備実験を行った。Aの土(建設汚泥)にセメントを混合した試料を基準試料としてB以下に示すような各種の材料を混合した供試体を作製した。表一3中におけるホタテ貝1cmは粉砕して9.5mmふるいを通じた試料、ホタテ貝粉末(800℃、1000℃)はホタテ貝を電気炉で約1時間所定の温度で焼成した後、微粉砕した試料を意味している。さら

に配合割合は全て重量比で表示している。

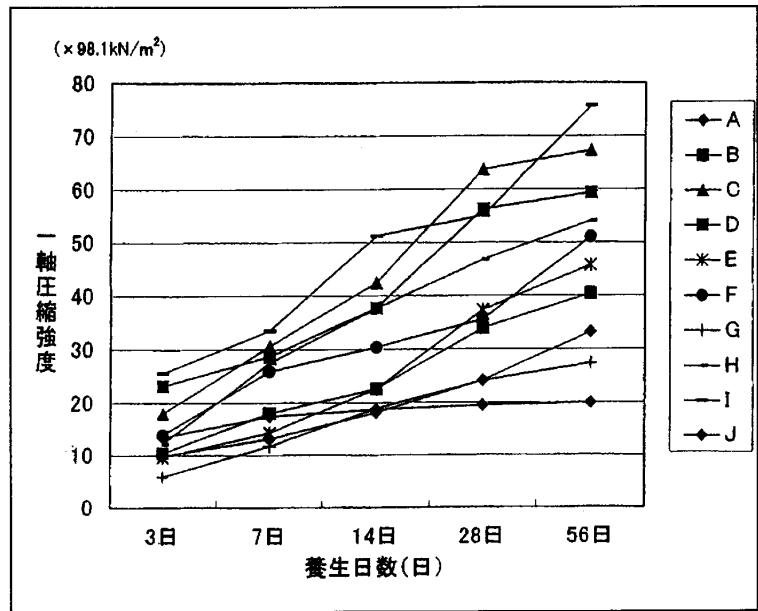
予備実験の後、A(土+セメント)、B(土+ホタテ貝1cm+セメント)、D(土+石膏ボード+セメント)の三種類について、表一4に示すような配合割合を変化させた供試体を作製して一軸圧縮試験を実施した。

3. 実験結果及び考察

予備実験の結果を図一1に示す。図一1から、養生日数の増加とともに一軸圧縮強度は増加しており、基準試料Aに比較して全般的に強度は大きくなっていることがわかる。

さらに、石炭灰の一種であるフライアッシュを混合した試料に比較して、石膏ボードやホタテ貝粉末を混合した試料の一軸圧縮強度が同程度以上の結果となっていることもわかる。

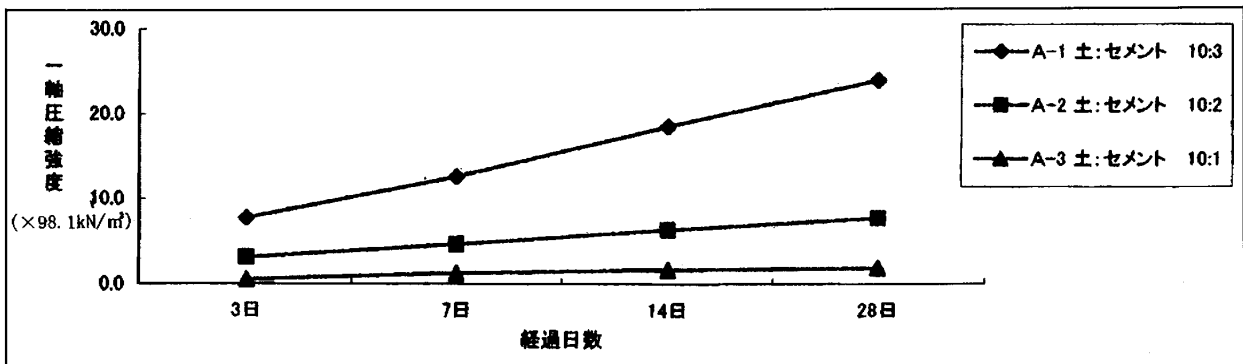
次に、予備試験の結果を参考にして表一3のA、B、Dについて、さらに詳細に検討を行うために、表一4に示すように、その配合割合を種々変化させた試料を作製して、一軸圧縮試験を行った結果を図一2、3、4に示す。



図一1 予備試験の一軸圧縮強度～養生日数関係

表一4 A・B・Dに関する詳細配合割合

	試料の種類	配合割合
A1	土：セメント	10：3
A2	土：セメント	10：2
A3	土：セメント	10：1
B1	土：ホタテ1cm：セメント	10：4：2
B2	土：ホタテ1cm：セメント	10：5：2
B3	土：ホタテ1cm：セメント	10：6：2
B4	土：ホタテ1cm：セメント	10：3：1
B5	土：ホタテ1cm：セメント	10：3：2
D1	土：石膏ボード：セメント	10：4：3
D2	土：石膏ボード：セメント	10：1：2
D3	土：石膏ボード：セメント	10：2：2
D4	土：石膏ボード：セメント	10：3：1
D5	土：石膏ボード：セメント	10：3：2



図一2 セメント混合の場合の強度変化

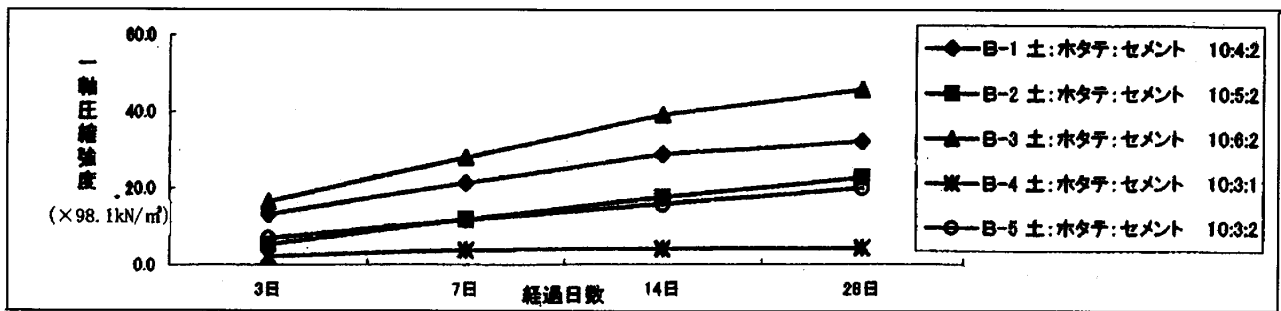


図-3 ホタテ貝を加えた場合の強度変化

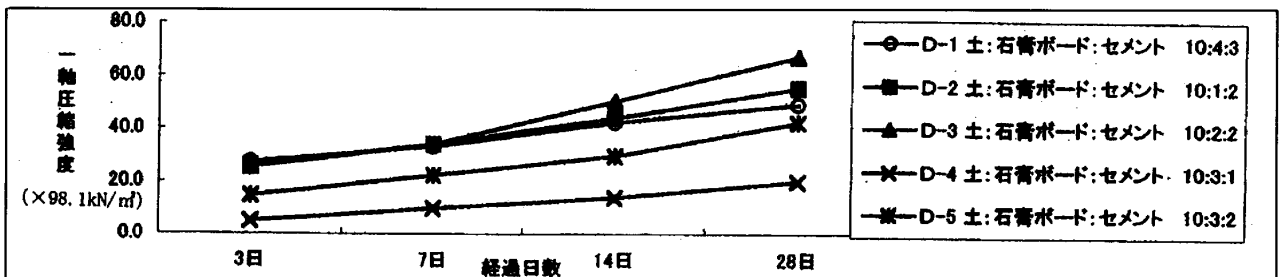


図-4 石膏ボードを加えた場合の強度変化

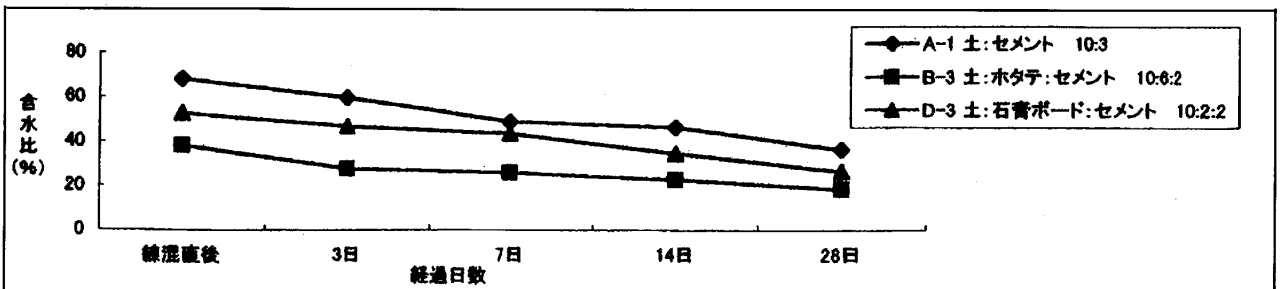


図-5 経過日数と含水比の関係

本実験から、ホタテ貝や石膏ボードを混入した方が、セメントのみを混合した場合よりも、一軸圧縮強度の増加がみられる。図-2、図-3を比較すると、ホタテ貝をより多く混入した方が一軸圧縮強度は増加する傾向にある。しかし、ホタテ貝とセメントとの比が5:2と4:2との試料を比較すると、後者の一軸圧縮強度が大きくなっている。この原因としては、混入したホタテ貝が粉末ではなく、約1cm角に粉砕した試料であるため、供試体を作製する際に、不均質に混入していたためではないかと考えられる。図-4において、石膏ボードとセメントの割合に注目すると、両者を多く混入した方が、一軸圧縮強度が増加するといった傾向はなく、今回の実験結果では、石膏ボードとセメントの割合を2:2に組み合わせた試料の一軸圧縮強度が最も大きくなっている。

今回の実験では、一軸圧縮強度の変化とともに、含水比の変化も計測した。図-2、3、4の中で、一軸圧縮強度が最大だった試料の含水比変動を図-5に示す。自然含水比120%の建設汚

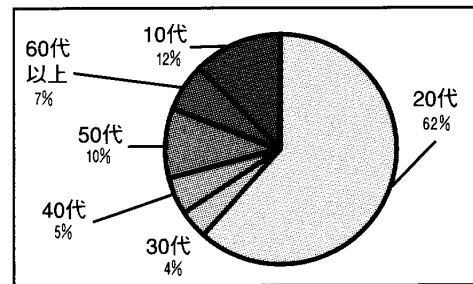
泥が、練り混ぜ直後には元の含水比の半分近くまで低下している。特にホタテ貝を混入した試料では、練り混ぜ直後からかなり低い含水比を示し、その後、全て一様に経過日数とともに低下している事から、施工特性は大幅に改善されていると考えられる。

既往の報告<sup>3)</sup>によれば、一軸圧縮強度が、 $250\sim 300\text{kN/m}^2$ 以上であれば、施工時のトラフィカビリティーが確保され、路床材としての適用が可能であることから、本実験試料は、改良土に要求される施工特性、地盤特性を確保しているといえる。

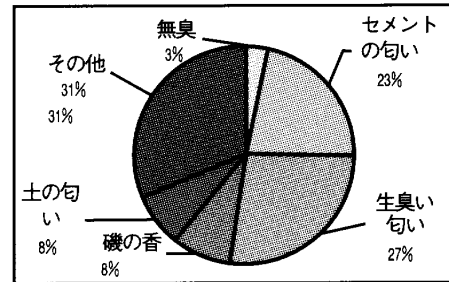
#### 4. 臭気について

今回の実験で各々の試料は幾分匂いを伴っている。臭気は施工時に重要な要素となることが考えられる。そこで、B試料（建設汚泥+ホタテ貝+セメント）の臭気について簡単なアンケートを実施した。なお試料は $20\pm 2^\circ\text{C}$ で4週間養生したものを使用した。

アンケートの協力者は100名で、その内訳は男性7割、女性3割である。実施場所は福井工業大学の学内で回答年齢層は図一6に示す通りである。図一7に結果を示したが、セメントの匂いや、生臭い匂いと回答した人が多かった。その他の回答として、猛烈に臭い、魚介類の腐ったような匂い、例えようのない匂いと回答する人も多く見られた。また、普段の生活環境の中で、気になる匂いかどうかについても同時に質問したところ、7割以上の回答者が気になるという返答であった。



図一6 回答年齢層



図一7 臭気アンケートの結果

#### 5. あとがき

建設汚泥を改質して有効利用する方法の一つとして、セメントや石灰を混合して固化安定処理する方法があるが、本研究では、混合するセメントや石灰の単位量を減らし、その代用として、ホタテ貝及び石膏ボードを混合した試料を作製したうえで、一軸圧縮試験を実施した。

その結果、本実験試料は、改良土に要求される施工特性、地盤特性を確保していることが、把握された。しかし、施工後の臭気環境対策の面から、消臭方法に対する工夫や、匂いを気にせずに施工できる場所（例えば海岸付近）の選定が必要と考えられる。

#### 参考文献

- 1) 厚生省監修：建設廃棄物処理ガイドライン，ぎょうせい，1989.
- 2) 建設省編：建設白書2000年，ぎょうせい，pp186~189，2000。（一部加筆）
- 3) 松尾稔，木村稔，近藤寛通，堤博恭：石炭灰の土質改良材への適用に関する実験的研究，土木学会論文集，No.603/III-44，77~88，1998.

（平成14年12月2日受理）