

III-764

水中施工用軽量埋戻し材の室内配合試験

首都高速道路公団 正会員 吉川元清

1. はじめに

現在、首都高速道路公団では湾岸線（3期）、同（4期）（東京都大田区羽田空港から横浜市鶴見区大黒埠頭まで）を鋭意、施工を進めているところである。そのうち、多摩川および川崎航路横断部は沈埋工法によるトンネル構造となっている。両トンネルの換気塔付近（発進立杭および到達立杭付近）では沈埋函沈設完了後、原形の護岸に復旧し換気塔と護岸との間を埋立てる計画であり、現在、施工中である。

しかし、護岸復旧・埋立て完了時の荷重は沈埋函設計時の荷重条件より大きな上載荷重は与えられないという制限がある。したがって、埋土工の一部は軽量材料とする必要があった。この材料として現場発生土を利用した軽量材料（以下、水中気泡ソイルと称す）を採用し、物性の把握¹⁾現場試験²⁾を実施してきた。

本報は、水中気泡ソイルの室内配合試験（試験フローを図-1に示す）を実施した中で土の物理試験、細粒分調整試験、固化材量試験、増粘剤量試験について報告するものである。

2. 試験内容

本試験において準拠した試験方法を以下に示す。

- ①ブリージング率：土木学会基準「プレバックドコンクリートの注入モルタルのブリージング率」
- ②一軸圧縮強さ：JIS A 1216「土の一軸圧縮試験方法」
- ③含水量：JIS A 1203「土の含水量試験方法」

3. 試験結果

1) 土の物理試験

現場発生土ストックヤードから試料を採取し、粒度構成などによって5グループに分類した。各グループの代表として5種類の土に関して物理試験結果を表-2に示す。また、本埋戻し材を開発した土¹⁾も合わせて表記する。表より、今回採取した土は文献1)に比べて明らかに細粒分が少ない。したがって、図-1に示す細粒分調整試験が必要となった。

2) 細粒分調整試験

細粒分調整としてベントナイトを用いた。配合の考え方として、添加するベントナイトは粘土分と仮定し、土の粒度構成を改善することとした。その量は気中状態でブリージング率3%以下³⁾となるように試験を行なった。試験結果を図-2に示す。なお固化材量は120kg/m³、混練水は681kg/m³、気泡量は146ℓ/m³である。図より、ベントナイト量が50kg/m³（以下、ベントナイト泥水濃度は18%で使用した）以上でブリージング率が3%以下となる。

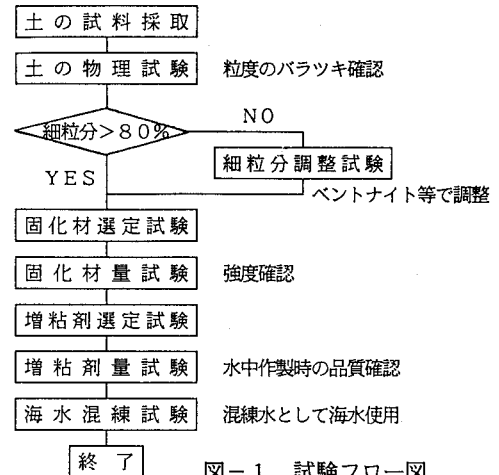


図-1 試験フロー図

表-1 土の物理試験結果

試料No.	2	5	3	7	8	文献1)
土粒子密度 g/cm ³	2.669	2.665	2.664	2.688	2.691	2.730
自然含水比 %	53.1	40.9	57.8	41.0	43.9	107.1
粒度構成	礫 分	1	2	10	30	0
	砂 分	21	33	42	29	0.2
	シルト分	52	44	39	44	43.4
	粘土 分	26	21	17	16	56.4

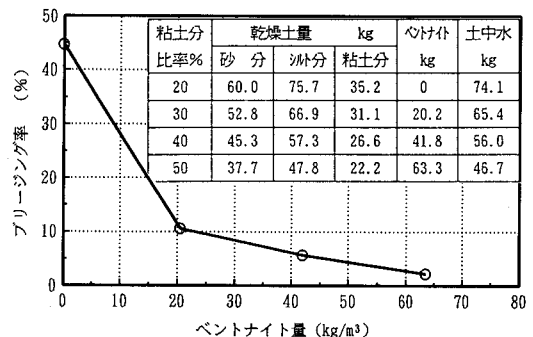


図-2 ベントナイト量とブリージング率との関係

3) 固化材量試験

水中気泡ソイルの密度条件を表-2に示す。表より、海水密度を1.03とすると気泡量 $V_a(\text{m}^3)$ は、

$$1.05\text{t/m}^3 + V_a \times 1.03\text{t/m}^3 \leq 1.2\text{t/m}^3$$

の式より $V_a=0.146(\text{m}^3)$ となる。

気泡量が決まることより、発生土と水とで作製した泥水の密度は次式となる。

$$\text{泥水密度} = \frac{1.05 - \text{気泡質量} - \text{固化材質量}(\text{t})}{1.00 - \text{気泡体積} - \text{固化材体積}(\text{m}^3)}$$

上式より、気泡密度を 0.05t/m^3 とすると固化材量を設定すると泥水密度は自動的に決まる。ベントナイト量 50kg/m^3 、気泡量 146g/m^3 、増粘剤量 2.5kg/m^3 で実施した試験結果を図-3に示す。また、前述した固化材量と泥水密度との関係をも示す。図より、固化材量が増加しても強度への影響は小さいことが分かる。これは、固化材量が増加しても泥水密度が減少するという強度発現性においては相反することが原因と考えられる。

4) 増粘剤量試験

気中状態で材料分離3%以下の水中気泡ソイルに水中分離抵抗性を付加するために増粘剤を添加することとした。表-2より細粒分の多少によりNo.2, 5, 8の試料について増粘剤量と含水量比の関係を図-4に示す。なお、配合は固化材量 120kg/m^3 、ベントナイト量 50kg/m^3 、気泡量 146g/m^3 である。また、含水量比²⁾とは水中作成供試体の含水量と気中作成との比である。含水量比が1に近付くほど水中気泡ソイルの品質は確保されている。図より、増粘剤量が増加するにつれて含水量比は減少し、ある増粘剤量以上添加しても変化しないことが分かる。含水量比が同値である増粘剤量は土によって変化し、細粒分の多い土ほど増粘剤量は少ないと言える。

4. 結論およびあとがき

水中気泡ソイルの配合試験結果を表-3に示し、水中気泡ソイルの物性として以下のことが判明した。

- ①今回試験した現場発生土は細粒分が少なく（ $75\mu\text{m}$ 以下が約50%）、ベントナイトにて細粒分を調整すれば使用可能であった。
- ②固化材量が増加しても泥水密度が減少するため一軸圧縮強さはあまり変化ない。
- ③水中打設した埋戻し材の品質を確保するために添加する増粘剤量は土の細粒分含有量に影響を受ける。

本試験を実施するに当たって、助言および協力いただいた多摩川トンネルJV、川崎航路トンネルJVおよびFSライト工法研究会に深く感謝致します。

参考文献

- 1) 櫻井・安藤他：水中施工用軽量埋戻し材の開発；水中不分離性コンクリートに関するシンポジウム，1990
- 2) 櫻井・安藤他：水中施工用軽量埋戻し材の現場試験報告；第26回土質工学研究発表会，1991
- 3) 久野他：軽量充填材を用いた建築物基礎下空洞充填工事施工報告；第24回土質工学研究発表会，1989

表-2 水中気泡ソイルの密度条件

気泡がすべて水に置換しても密度 1.2t/m^3 以下
気中における密度 1.05t/m^3

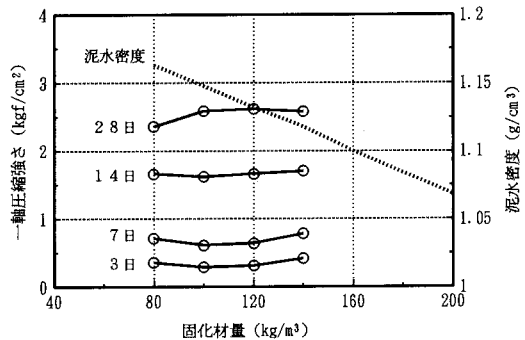


図-3 固化材量と一軸圧縮強さとの関係

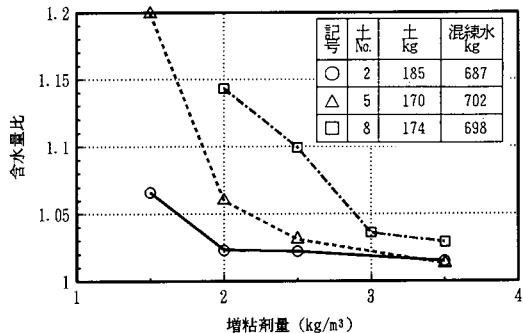


図-4 増粘剤量と含水量比との関係

表-3 水中気泡ソイルの配合

土 No.	土 kg	水 kg	固化材 kg	ベントナイト kg	増粘剤 kg	気泡 g/m^3
2	185	687	120	50	2.0	146
5	170	702	120	50	2.5	146
8	174	698	120	50	3.0	146