

III-319

人工軟岩材料の開発（その1）

— 人工軟岩材料の概要 —

東京電力株式会社 ○正会員 岸 清

正会員 百瀬和夫

鹿島建設株式会社 正会員 深沢栄造

1. まえがき

ダム、橋梁をはじめ重要構造物を構築する際、基礎地盤の一部を人工材で置換えること（置換工法）がよく行われる。この種の置換材料には、基礎地盤としての機能と長期的な安定性を保持する必要性から、通常、コンクリートが使用されることが多かった。しかし、対象となる地盤が軟岩の場合、コンクリートは周辺地盤に比べて剛性が大きすぎ、地盤への応力伝達あるいは地盤内の応力分布がスムーズかつ一様とならず、応力集中を生じ局所的な安全性の低下をまねく可能性がある。したがって、置換材料の物性としては、周辺地盤と同等の物性（特に剛性）を有し、長期的に安定であるものが望ましく、あわせて、施工性、経済性にすぐれた置換材料（人工軟岩材料）の開発が望まれていた。筆者らは、構造物基礎地盤の置換材料として、これらの性質を有する人工軟岩材料を開発することを目標として研究をすすめてきた。その結果、現地発生材を利用し、目標どおりの物性を有し長期的にも安定な人工軟岩材料を開発・実用化した。そこで、本文（その1）で人工軟岩材料の概要、（その2）で水和生成物と長期安定性について報告する。

2. 開発目標

人工軟岩材料の開発にあたっては、要求される品質項目として①周辺地盤と同等の品質を有すること、②物性値のばらつきが小さく、長期にわたって安定していること、③品質管理がしやすく、大量打設に對し施工性がよいこと、を挙げ、研究は、これらの要求品質を満足するような材料を開発・実用化することを目標としてすすめた。開発フローを図-1に示す。

3. 人工軟岩材料の概要

人工軟岩材料は、現地発生材である泥岩を解こうしたスラリーに砂を混ぜ高炉セメント系の固化材で固化するものである。泥岩と砂の物性を図-2に、固化材の化学成分を表-1に示す。使用材料の泥岩スラリーは“シルト+粘土”分が85～95%とかなり細かい粒子から成っているものである。この泥岩スラリーの存在が、①フレッシュ時に流動しやすい、②材料分離がほとんどない、③固化後、剛性を低く押え、ねばり強い性質を有する、などの人工軟岩材料の性状改善に効果を発揮している。固化材は、クリンカー、高炉水砕スラグ、石膏を混合粉碎したものであり、その水和反応は基本的には高炉セメントの水和反応と同様であり、けい酸カルシウム水和物、

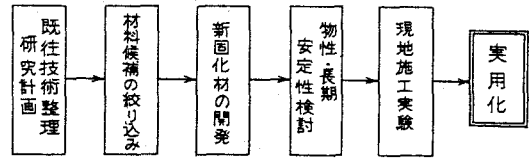


図-1 開発フロー

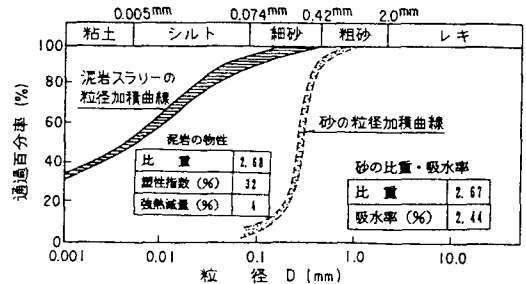


図-2 泥岩と砂の物理的性質

表-1 固化材の化学成分

化 学 成 分 (%)					
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃
20.4	6.4	2.0	53.6	2.0	9.4

表-2 人工軟岩材料の配合例

単 位 量 (kg/m ³)				湿潤密度 ρ _w (g/cm ³)	テーブル フロー (mm)
泥 岩	砂	固化材	水		
190	700	150	550	1.71	180
?	?	?	?	?	?
230	890	180	600	1.78	210

アルミン酸カルシウム水和物、水酸化カルシウム、エトリンライト等の水和生成物を生じるものである。配合は周辺地盤の物性を目標として、室内配合で詳細に検討した上で決定するが、今回検討の対象とした配合例を表-2に示す。

本人工軟岩材料の施工方法としては、貯留した一定濃度の泥岩スラリーと砂及び固化材を、コンクリート製造と同様のプラントで計量・練り混ぜを行い、混合物をトラックアジテータで輸送し、打設地点でコンクリートポンプ等を用いて圧送・打設するものである。

4. 人工軟岩材料の主な性状

本材料の練り混ぜ後のフロー値は、180~210mm (JIS

R 5201 テーブルフロー試験) 程度

であり、ポンプ圧送ができ、自然

流動によって打設が可能である。

一般に、コンクリートやモルタル

においては、練り混ぜ後、時間の

経過に伴って徐々に流動性が失わ

れていく性状を示すが、本材料は

図-3に示すように、練り混ぜ後

2時間程度経過してもフロー値の

低下はほとんど認められず、また

打設までの時間経過に伴う強度

(一軸圧縮強さ)の変化もほとん

ど認められない。これは泥岩スラ

リーの効果と考えられ、実施工に

適した特性であると言えよう。また、本

材料は、泥岩スラリーの保水能力によ

って、練り混ぜ後のブリージングにつ

いてもほとんど認められない。

本材料の強度発現特性は、図-4に示す

ように、養生温度によって異なるが、

材令91日ではほぼ長期材令の収束

強度の80~90%に達し、その後も徐

々に強度は発現しているが、急激な

変化は認められない。

また、本人工軟岩材料の、その他の物

理的・力学的特性は、表-3に示すと

おりであり、目標とした周辺地盤の

物性とはほぼ同等の値となっている。

5. あとがき

以上、重要構造物の基礎地盤の置換材料として、周辺岩盤と同等の物性を有し、長期的に安定である人工軟岩材料の開発成果の概要について示した。当材料は、開発実用化して約4年を経過し、これまで約13万m³の製造・打設実績が得られている。

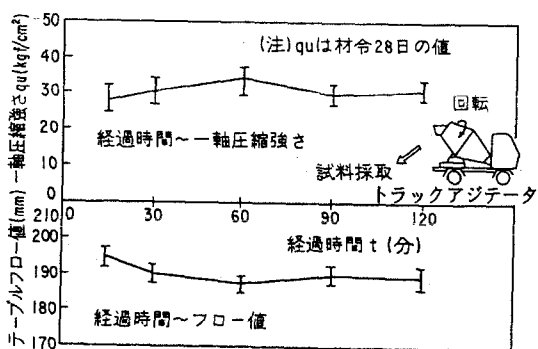


図-3 練り混ぜ後の経過時間～フロー値・qu図

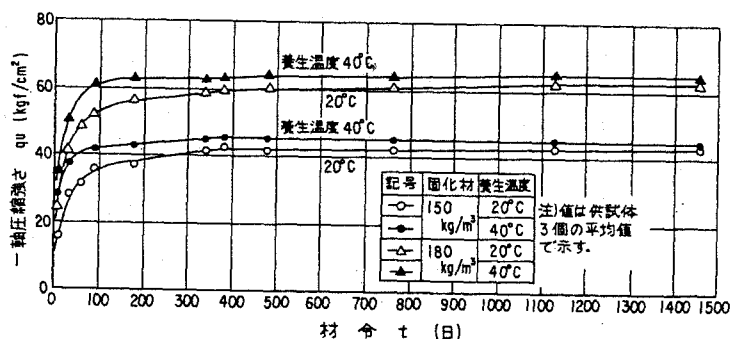


図-4 材令～qu関係図

表-3 人工軟岩材料の物理・力学試験結果例

特性値	記号	単位	目標値	試験結果 (材令91日)
湿潤密度	ρ_t	g/cm ³	1.70~1.80	1.70~1.78
一軸圧縮強さ	qu	kgf/cm ²	35~45	33~50
変形係数	E_{50}	kgf/cm ²	5500~7000	6900~9300
ポアソン比	ν	—	0.46~0.48	0.43~0.44
超音波伝播速度	V_p	m/sec	1700~1800	1800~2200
	V_s	m/sec	600~700	670~810