

人工軟岩材料の開発

Development of Artificial Soft Rock

岸 清*・西岡利道**・野尻陽一***・栗原宏武****・深沢栄造*****

By Kiyoshi KISHI, Toshimichi NISHIOKA, Yoichi NOJIRI, Hirotake KURIHARA
and Eizo FUKAZAWA

1. はじめに

ダム、橋梁をはじめ重要構造物の構築に際して基礎となる地盤の一部を人工材料で置き換えることがしばしば行われるが、その置換材料としては通常コンクリートが使用されることが多い。しかし、基礎地盤が「軟岩」である場合には、コンクリートの剛性が周辺地盤に比べて大きすぎ、地盤への応力伝達がスムーズに行われず、局部的に応力集中を生じ安全性の低下を招くおそれがある。すなわち、軟岩基盤の置換材料としては周辺地盤と同等の剛性を有し、長期的に安定であるものが適しており、あわせて施工性、経済性に優れた品質の材料の開発が望まれていた。

著者らは、軟岩を基礎地盤とする重要構造物の置換材料として、軟岩と同等の性質を有する「人工軟岩材料」の開発を進め、その結果、現地発生材料を利用して、所要の物性を有し、長期的に安定した材料の開発・実用化に成功したものである。

2. 人工軟岩材料の目標品質

ここで、対象とした軟岩は新第三紀泥岩であり、人工軟岩材料の開発にあたっては、①当第三紀泥岩と同等の物性を有し、②あわせて、物性が長期にわたって安定であること、③施工性がよいこと、④安定した品質が得られること、⑤経済的であること、等を目指品質とした。

特に、物性については、構造物の地震時動的挙動が自然地盤と同等になるよう数値解析によるシミュレーションを行い、候補材料の絞り込みを行った。

3. 候補材料の選定

人工軟岩材料の選定にあたっては、既往の土木建築材

料の中で実績のある、セメントコンクリート系、アスファルト系、ソイルモルタル系をとりあげ、これらの物性、安定性、施工性、経済性等について、目標物性および要求品質との比較・検討を実施した。

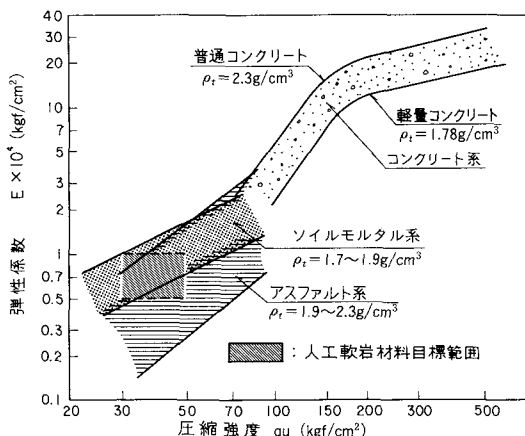
図一は、各材料の代表的な物性である弾性係数 (E) と圧縮強度 (q_u) との関係を示したものである。この図にみられるように、目標値に近い物性を有する材料として、「ソイルモルタル系」材料を選定した。

4. 人工軟岩の構成材料

ソイルモルタルはセメントモルタルに粘性土を混合したもので、固化材+粘性土+砂+水で構成された材料であり、今回、特に固化材と粘性土の品質選定について改善、工夫を施した。

(1) 固化材

人工軟岩材料に用いる固化材は、①構成材料中の微小空隙を水和化合物によって充填し、強度の発現を比較的早期に取れんさせ、硬化体が長期にわたって安定であること、②化学抵抗性、耐久性に優れているなどの性質を与えるもので、この品質を満足すべく、セメントの化学特性、人工軟岩材料に用いる粘性土との適応性を検討し、高炉セメントに石膏を配合した新しい固化材を開発した。



図一 固化体の圧縮強度-弾性係数関係図

- * 正会員 東京電力(株)原子力建設部部長
- ** 正会員 東京電力(株)建設部副部長
- *** 正会員 工博 鹿島建設技術研究所次長
(〒182 調布市飛田給 2-19-1)
- **** 正会員 鹿島建設技術研究所第一研究部次長(同上)
- ***** 正会員 鹿島建設技術研究所主任研究員(同上)



写真—1 流動状況

(2) 粘性土

従来、この種のソイルモルタルに使用する粘性土としてはベントナイトで代表される市販の乾燥粉末粘土あるいは現地発生の粘性土などが用いられている。しかし、人工軟岩材料においては、ベントナイトは活性が高く、目標とする物性を安定した形で得にくく、また経済性などの面で問題があることから、現地の泥岩をスラリー状にして、均質な粒度組成に調整し、使用することとした。

また、この種の材料を使用するソイルモルタルの製造および施工方法は、基本的にコンクリートと同様に行うこととし、変動の小さい安定した品質の確保をはかった。

5. 物 性

(1) フレッシュモルタルの性状

泥岩スラリーの微細粒子の動きで、材料分離がなく、かつ流動性がよく、そのため、長距離ポンプ圧送が可能で、かつセルフレベリング性、充填性など、きわめて施工性に優れているといえる（写真—1）。

(2) 固化後の物性

今回対象とした第三紀泥岩と人工軟岩の物理・力学特性の試験結果の一例を表—1に示す。

このように、物性的性質も自然地盤にきわめて近似した人工軟岩を製造することができる。

(3) 長期安定性

人工軟岩材料の長期的な安定性に関しては、当材料がセメント系材料であることから、水和反応に関する検討

表—1 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	q_u	kgf/cm^2	30~50	33~50
変形係数	E_{50}	kgf/cm^2	5000~10000	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	1700~2000	1800~2200
	V_s	m/sec	500~800	670~810

と環境要因に対する安定性について室内試験、分析および現地暴露試験等を実施した。その結果、人工軟岩材料の水和生成物はケイ酸カルシウム水和物およびエトリンガイトを主体としており、長期材令においてもその生成物は結晶構造も変化せず、安定であることが確認された。

また、環境要因に対する安定性については、硫酸ナトリウム、重炭酸ナトリウム、塩化ナトリウムあるいはイオン交換水等への浸漬試験を実施しているが、いずれの試験においても、当該材料は長期的に安定であることが確認されている。

6. おわりに

当人工軟岩材料は、すでに、建築重要構造物、長大橋基礎地盤の置換材料として、実用化され、特に基礎地盤の耐震性の向上に寄与している。今後、当技術がさらに土木建築分野に幅広く普及するよう期待するとともに、あらためて、技術開発賞の栄に浴したことに對して深く感謝の意を表します。
(1990.9.7・受付)