

セメント改良地盤から六価クロムの溶出特性に関する研究

福山大学大学院 学生会員 ○渡邊 賢二
 福山大学建設環境工学科 正会員 田辺 和康
 福山大学建設環境工学科 フェロー 富田 武満

1. はじめに

セメント改良地盤中から六価クロムが溶出すると、地下水の拡散等によりその周辺地盤は汚染され、井戸水を生活用水として利用することもできなくなることが予想される。本論ではこのような背景から、種々のセメントを地盤改良材として用いた場合の六価クロムの溶出特性を強度特性との関係から検討した。

2. 実験概要

1) 対象試料

表－1 物理化学特性

試料名	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	密 度 (g/c m ³)	粒度分布 (%)			有機物含有量 (%)	強熱減量 (%)	pH
				粘土	シルト	砂			
福山粘土	63.40	24.03	2.63	44	30	16	ND	4.63	6.14
鴨方粘土	52.75	25.32	2.58	59	29	12	ND	5.39	5.20

用いた試料は、沖積層の福山粘土（広島県）と鴨方粘土（岡山県）の 2 種を対象とした。表－1 にその物理化学特性の結果を示す。物理特性をみると両試料とも似通った特性を示し、粘土分含有量の高いことが特徴であるが、福山粘土の液性限界が鴨方粘土に比較して若干高い値を示している。

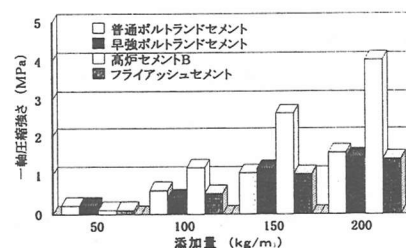
2) 実験方法

地盤改良材として、2 種のポルトランドセメント（普通，早強）と 2 種の混合セメント（高炉 B，フライアッシュ）を用いた。養生条件は環境試験機の設定を 20℃の 90%の条件としている。強度特性と六価クロムの溶出特性は 28 日養生後について検討を行った。なお、六価クロムの溶出試験は環境庁告示 46 号溶出試験とタンクリーチング試験（0.45μ m のメンブラン注射筒ろ過）の 2 方法で検液を取り、ジフェニルカルバジド吸光光度法により定量を行った。

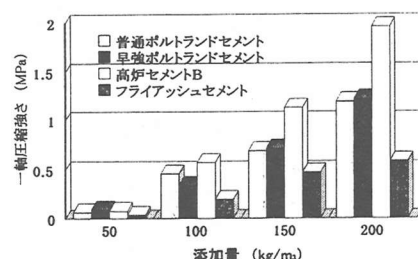
3. 結果と考察

図－1 に福山粘土の強度特性を示す。4 種の地盤改良材の一軸圧縮強さは添加量の増加に伴い高くなる傾向を示している。また、地盤改良材別に比較すると高炉セメント>早強ポルトランドセメント>普通ポルトランドセメント>フライアッシュセメントの順に高強度となり、高炉セメントは他の地盤改良材と比較して 2 倍以上の強度発現を示している。

図－2 に鴨方粘土の強度特性の結果を示す。図－1 に示す福山粘土と比較して、普通ポルトランドセメントと早強ポルトランドセメントの処理試料はよく似た強度増加傾向を示し、高炉セメントとフライアッシュセメントの処理試料は約 1/2 の強度低下を示した。このように対象土の影響により、地盤改良材の処理効果が著しく異なっている。その影響要因を対象試料の物理化学特性で比較すると、福山粘土試料は鴨方粘土試料に比べて粘土分含有量が高く酸性が強い。また、初期含水比が約 3 %高いことなどが挙げられる。この要因が水和作用とポゾラン反応に直接影響しているかについては、今後の検討を必要とするところである。



図－1 福山粘土の強度特性



図－2 鴨方粘土の強度特性

表-2 と 3 に六価クロムの溶出特性の結果を示す。表-2 に示す福山粘土の早強ポルトランドセメントと高炉セメントの処理試料は、46 号試験及びタンクリーチング試験ともに土壤環境基準値以下の溶出量であった。一方、普通ポルトランドセメント処理試料の 46 号試験では、土壤環境基準値以下ではあるが 0.0424mg/l の溶出を示した。また、フライアッシュセメント処理試料についても同様に、46 号試験では六価クロムの溶出が認められ、タンクリーチング試験による溶出はみられない。このように、分析方法の違いが六価クロムの溶出結果に影響を及ぼしている。46 号試験の検液作成は、固化不溶化処理した試料を 2mm 以下に粉碎して溶媒液 (Hcl で pH=5.8~6.3) で溶出する方法であり、非常に厳しい試験条件であるように思われる。表-3 に示す鴨方粘土の六価クロムの溶出特性は、46 号試験及びタンクリーチング試験ともに土壤環境基準値以下の結果が得られており、対象とする試料によって六価クロムの溶出特性の異なることが明らかとなった。

一軸圧縮強さと六価クロムの溶出特性の関係について試料別に比較すると次のようである。福山粘土のフライアッシュセメントと早強ポルトランドセメントを比較すると、28 日養生後の一軸圧縮強さはよく似た強度特性を示しているが、フライアッシュセメント処理試料では六価クロムの溶出が起きている。また、鴨方粘土のフライアッシュセメント処理試料についてみると、その強度は福山粘土よりも低強度であるにもかかわらず、六価クロムの溶出は土壤環境基準値以下である。

4. おわりに

セメント改良地盤中において六価クロムの溶出問題がクローズアップされている (2000 年 3 月 24 日)。本研究ではこのような背景から、4 種のセメント処理による改良地盤中の六価クロムの溶出特性を、2 種のローカル試料 (福山粘土、鴨方粘土) を用いて検討を行った。その結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 六価クロムの溶出は、46 号試験では溶出するがタンクリーチング試験では溶出しない。
- 2) 六価クロムの溶出は、フライアッシュセメントと普通ポルトランドセメントの処理で起きている。
- 3) 高炉セメントは安定な地盤改良材である。
- 4) 六価クロムの溶出と一軸圧縮強度との関連性は認められない。
- 5) 六価クロムの溶出は、対象とする地盤の影響を無視できない (福山粘土では 0.05mg/l 以上の溶出が認められた)。

表-2 福山粘土の溶出特性

地盤 改良材	添加量 (kg/m ³)	46 号溶出試験 (mg/l)	リーチング試験 (mg/l)
普 通	50	0.0424	0.04 ↓
	100	0.0424	0.04 ↓
	150	0.0424	0.04 ↓
	200	0.0424	0.04 ↓
早 強	50	0.04 ↓	0.04 ↓
	100	0.04 ↓	0.04 ↓
	150	0.04 ↓	0.04 ↓
	200	0.04 ↓	0.04 ↓
高 炉	50	0.04 ↓	0.04 ↓
	100	0.04 ↓	0.04 ↓
	150	0.04 ↓	0.04 ↓
	200	0.04 ↓	0.04 ↓
フライ アッシュ	50	0.0459	0.04 ↓
	100	0.0756	0.04 ↓
	150	0.1005	0.04 ↓
	200	0.1064	0.04 ↓

表-3 鴨方粘土の溶出特性

地盤 改良材	添加量 (kg/m ³)	46 号溶出試験 (mg/l)	リーチング試験 (mg/l)
普 通	50	0.04 ↓	0.04 ↓
	100	0.04 ↓	0.04 ↓
	150	0.04 ↓	0.04 ↓
	200	0.04 ↓	0.04 ↓
早 強	50	0.04 ↓	0.04 ↓
	100	0.04 ↓	0.04 ↓
	150	0.04 ↓	0.04 ↓
	200	0.04 ↓	0.04 ↓
高 炉	50	0.04 ↓	0.04 ↓
	100	0.04 ↓	0.04 ↓
	150	0.04 ↓	0.04 ↓
	200	0.04 ↓	0.04 ↓
フライ アッシュ	50	0.04 ↓	0.04 ↓
	100	0.04 ↓	0.04 ↓
	150	0.04 ↓	0.04 ↓
	200	0.04 ↓	0.04 ↓