鉱物組成の異なる砕砂を用いたコンクリートの乾湿抵抗性に関する研究

香川大学工学部　学生会員　○大森　正貴
香川大学工学部　フェロー会員　堺　孝司
香川県土木部　久保　市郎

1．目的

近年，良質なコンクリート用骨材の枯渇が問題となっている中，環境保全の観点から平成 18 年度には瀬戸内海全域で海砂採取が禁止になる．現在，海砂代替骨材として最も期待されているのが量的な確保が容易な砕砂であるが，岩石から製造される砕砂は，膨潤性を有するスメクタイトを含有することがある．そこで本研究では，鉱物組成の異なる砕砂を用いたコンクリートについて，乾湿繰り返し試験による劣化の程度を評価することにした．また，スメクタイトを主成分とするベントナイトを細骨材と置換することにより，その影響についても検討を行った．

２．使用材料

セメントは普通ポルトランドセメント（密度 3.16g/cm³，比表面積 3310cm²/g）を用いた．粗骨材は，砂岩，花崗岩，安山岩の 3 種類を用いた.粗骨材はいずれも，JIS の砕石区分 1505 と 2015 を１：１の割合で用いた．細骨材は産地の異なる花崗岩系砕砂 G_1，G_2，安山岩系砕砂 A，砂岩系砕砂 S を用いた．また，砂岩系砕砂が 65%および海砂が 35%の混合砂も用いた．ベントナイトの化学組成を表-1 に示す．

混和剤は，変性リグニンスルホン酸化合物の AE 減水剤，ポリカルボン酸系と配合ポリマー複合体の高性能 AE 減水剤，変性ロジン酸化合物系 AE 剤をコンクリートの種類に応じて適当に用いた．

表-1　ベントナイトの化学組成（%）

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	Na_2O	K_2O
70.15	11.90	1.77	1.35	3.70	1.87	0.96

３．コンクリートの製造および配合

コンクリートは，温度 20℃，湿度 60%の試験室で容量 100 リットルの 2 軸強制ミキサーを用いて，練混ぜ量 55 リットルとして製造した．表-2 にコンクリートの配合を示す．ベントナイトの置換率とは細骨材の容積に対する容積置換を表している．記号は後掲する実験結果のグラフに対応する．

表-2　コンクリートの配合

配合(記号)	W/C (%)	ｽﾗﾝﾌﾟ (cm)	s/a (%)	ﾍﾞﾝﾄﾅｲﾄ (%)	単位容積質量(kg/m³)									
					W	C	細骨材					粗骨材		
							G_1	G_2	A	S	混合砂	砂岩	花崗岩	安山岩
1(◇)	55	18	50.0	-	180	327	853	-	-	-	-	864	-	-
2(◆)		8	43.0	-	170	309	751	-	-	-	-	1008	-	-
3(▲)				-			-	-	-	-	752	-	1040	-
4(■)				3			728	-	-	-	-	1008	-	-
5(●)				5			713	-	-	-	-	1008	-	-
6(◇)	55	18	50.0	-	180	327	-	870	-	-	-	864	-	-
7(□)				3			-	844	-	-	-	864	-	-
8(◆)		8	43.0	-	165	300	-	774	-	-	-	1020	-	-
9(■)				3			-	751	-	-	-	1020	-	-
10(●)				5			-	735	-	-	-	1020	-	-
11(◇)	55	18	50.0	-	180	327	-	-	873	-	-	864	-	-
12(◆)		8	43.0	-	165	300	-	-	777	-	-	1020	-	-
13(▲)				-			-	-	-	-	760	-	-	864
14(■)				3			-	-	754	-	-	1020	-	-
15(◇)	55	18	50.0	-	180	327	-	-	-	856	-	1050	-	-
16(◆)		8	43.0	-	165	300	-	-	-	762	-	1020	-	-

キーワード　スメクタイト，乾湿繰返し，マイクロクラック，質量変化，長さ変化
連絡先　〒760-8526　香川県高松市林町 2217-20　ＴＥＬ　087-864-2152

4．検討項目

骨材の鉱物組成の分析として，X線回折分析および陽イオン交換容量試験を行った．硬化コンクリートに対して質量変化試験，長さ変化試験，および動弾性係数測定試験を行った．

5．実験結果および考察

5.1　骨材の鉱物組成

鉱物試験の結果，花崗岩系砕砂 G_1 および砂岩系砕砂からは極微量の緑泥石とスメクタイトが検出された．花崗岩系粗骨材から緑泥石，安山岩系粗骨材からスメクタイトが極微量検出された．また，陽イオン交換容量は 2.1～7.1 の間にあり何れも小さな値であった．

5.2　乾湿抵抗性

図－1 に質量変化率，図－2 に長さ変化率，図－3 に花崗岩系砕砂 G_1 を用いた場合の相対動弾性係数の一例を示す．花崗岩系砕砂 G_1 を用いたコンクリートは，サイクル数の増加に伴い長さ変化率はほぼ一定状態となり，質量変化率は全体として減少傾向にある．このことは，マイクロクラック発生による膨張は生じておらず，コンクリート中の水分が継続的に排出されていることを示すものと考えられる．それ以外の砕砂を用いたコンクリートは，長さ変化率は増加し，かつ質量も増加する傾向にあることから，コンクリート内部にはマイクロクラックが発生している可能性がある．一方，相対動弾性係数は図-3 に示すようにどの配合も増加傾向を示している．このことから，全体として強度発現が継続していることに起因してマイクロクラック発生の程度は極めて小さいと考えられる．なお，スメクタイトが花崗岩系砕砂 G_1 に存在し，花崗岩系砕砂 G_2 に存在していないことを考えると，現時点で両者の挙動を合理的に説明することができない．従って，今後も試験を継続し，他の要因を含めて更に詳細な検討を行う予定である．

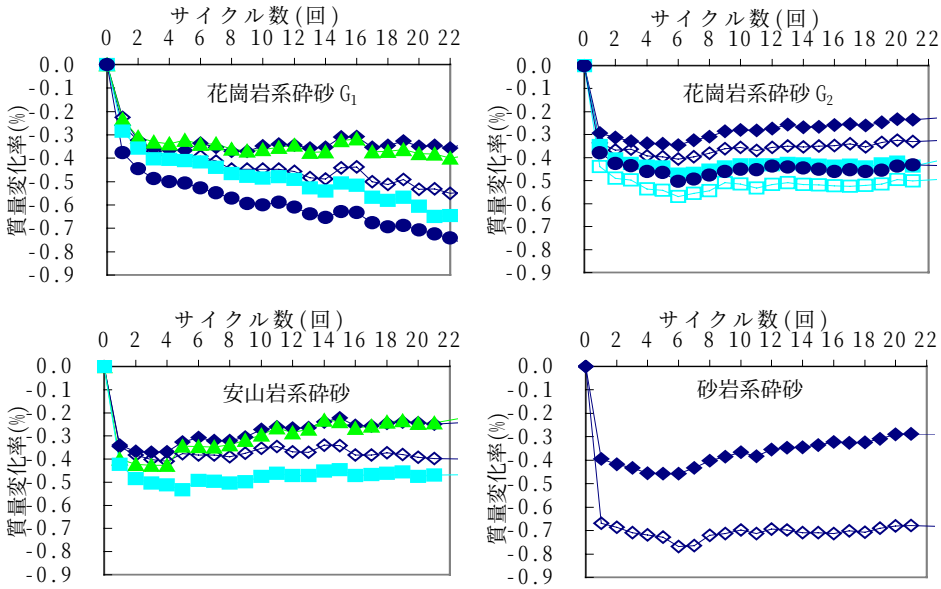

図-1　質量変化率

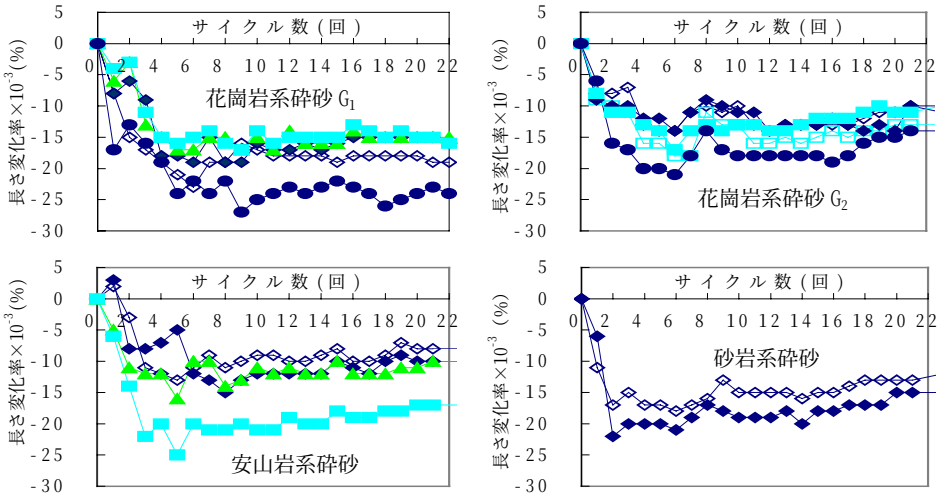

図-2　長さ変化率

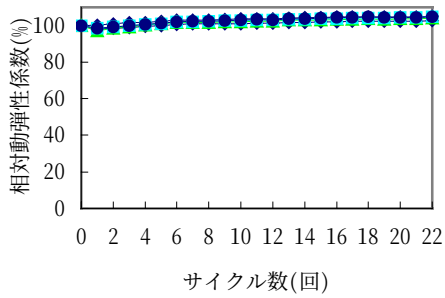

図-3　花崗岩系砕砂 G_1 を用いた場合の相対動弾性係数

6．謝辞

本研究を実施するにあたり，香川県生コンクリート工業組合，日本砕石協会香川県支部の関係各位および香川大学工学部長谷川教授の協力を得ました．ここに感謝の意を表します．