

天然ゼオライト混和ポーラスコンクリート平板の強度特性

秋田大学大学院 学生会員 ○亀島博之 秋田大学工学資源学部 佐藤大二朗
 秋田大学 正会員 徳重英信 秋田大学 フェロー 川上 洵
 福田ヒューム管工業株式会社 鈴木弘実

1. はじめに

近年、環境調和型コンクリートの研究・開発が活発に進められている。著者らは秋田県内で多量に産出される天然ゼオライトをポーラスコンクリートの骨材や混和材に用いることで、植栽用ポーラスコンクリート平板への適用を想定した研究・開発を行っている¹⁾。本研究では天然ゼオライト混和モルタルの圧縮強度に及ぼす材齢の影響について検討を行い、ポーラスコンクリート平板の実用化を目的として、その強度増進を天然ゼオライトの混和とポーラスコンクリートとセメントモルタルによる複合化により達成することを目的とした。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

セメントには普通ポルトランドセメント(密度 3.15g/cm³)を用い、骨材は表-1 に示す3種類の粒径の異なる天然ゼオライト(ZG、ZA、および ZB)、砕石(CG)、砕砂(CS)、および珪砂(SS)を用いた。混和材として天然ゼオライト粉末(ZP)を用い、混和剤にはポリカルボン酸系またはナフタレンスルホン酸系の減水剤と AE 補助剤を用いた。モルタルの示方配合を表-2 に、ポーラスコン

表-1 骨材の物理的性質

骨材・混和材	粒径 (mm)	密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	産地	
天然ゼオライト	ZG (粗骨材)	5.0~15.0	1.90	20.8	秋田県二ツ井産
	ZA (細骨材)	3.0~5.0	1.92	19.5	
	ZB (細骨材)	0.60~2.5	1.94	18.7	
	ZP (混和材)	~0.080	2.22	19.7	
砕石・砕砂	CG	5.0~15.0	2.83	0.44	岩手県米里産
	CS	~2.5	2.80	0.56	
	珪砂	SS (細骨材)	0.080~2.0	2.64	

クリートの示方配合を表-3 に示す。なお、ZP 混和率が 20% と 38%では ZP を絶乾状態で用い、15%と 30%ではスラリー状(ZPL)として用いた。

2.2 供試体の測定項目

モルタルはフロー、空気量、および単位体積質量を測定した。また、圧縮強度を材齢 3~364 日でφ50×100mm の円柱供試体を用いて測定した。ポーラスコンクリートはφ100×200mm の円柱供試体を用いて空隙率、単位体積質量、および透水係数を測定し、材齢 28 日で圧縮強度を測定した。および、曲げ強度を 60×90×300mm の供試体で測定した。

2.3 複合平板の概要および測定項目

上層部に ZPC、下層部に CPC を用いた複合平板の供試体の寸法は(30+30)×90×300mm である。上層部に ZPC、下層部に CMC を用いた供試体の寸法は(20+40)×300×300mm であり、図-1 に示すように下層部は植栽性能を考慮し、H-0(孔なし)、および孔を開けた H-100(φ100mm)、H-200(φ200mm)としている。なお、材齢 28 日で破壊荷重(JIS A 5371)の比較を行った。

3. 実験結果

3.1 天然ゼオライト混和モルタルの強度発現

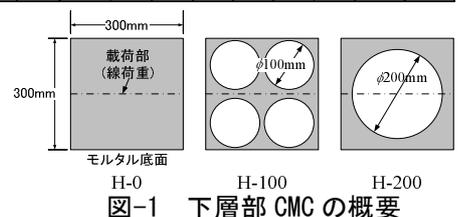
モルタルの圧縮強度と材齢の関係を図-2 に示す。骨材に SS を用いた CMS

表-2 モルタルの示方配合

供試体名	骨材	W/B (%)	ZP 混和率 (%)	単位量(kg/m ³)							SP (kg/m ³)	AE (kg/m ³)	
				W	B		ZA	ZB	SS	CS			
					C	ZP							
CMZA-0	ZA	50.0	0.0	332	664	0	860	0	0	0	0.00	0.00	
CMZA-20					564	100							27.89
CMZA-38					465	199							
CMZB-0	ZB	50.0	0.0	332	664	0	869	0	0	0	5.31	0.00	
CMZB-20					564	100							33.84
CMZB-38					465	199							
CMS-0	SS	42.0	0.0	279	664	0	0	0	1182	0	4.51	0.00	
CMS-20					564	100							25.56
CMS-38					465	199							
CMC-0	CS	42.0	0.0	30.0	279	664	0	0	0	0	981	0.66	0.33
CMC-30					254	465	140	0	0	0	918	13.94	2.32

表-3 ポーラスコンクリートの示方配合

供試体名	骨材	W/B (%)	p/a (%)	s/a (%)	ZP 混和率 (%)	単位量(kg/m ³)						SP (kg/m ³)	AE (kg/m ³)										
						W	B		ZA	ZG	CG												
							C	ZP															
ZPC26-0-0	Z	26.0	0.0	0.0	0.0	62	260	0	0	1056	0	0.00	0.00										
ZPC26-50-0						67	278	0	0	571				585									
ZPC26-100-0						62	260	0	0	1067				0									
ZPC26-0-38						67	195	83	0	1131				0	978								
ZPC26-50-38						571	585	0	0	1015				0	0								
ZPC26-100-38						1131	0	0	0	550				544	0								
ZPC31-0-0						Z	24.0	0.0	0.0	0.0				71	298	0	0	1015	0	0.00	0.00		
ZPC31-50-0														77	319	0	0	978				0	
ZPC31-100-0														71	298	0	0	1026				0	
ZPC36-0-0														80	333	0	0	523				524	0
ZPC36-50-0														88	357	0	0	989				0	0
ZPC36-100-0														80	333	0	0	1048				0	0
ZPC36-0-38	86	250	107	0	523						524	0											
ZPC36-50-38	1059	0	0	0	1048						0	0											
ZPC36-100-38	93	332	0	0	1059						0	0											
ZPC36-0-30	88	243	73	0	1048						0	0											
ZPC36-100-30	1059	0	0	0	1474						0	0											
CPC44-0-0	Z	28.0	0.0	0.0	0.0						107	382	0	0	990	0	1.50	0.04					
ZPC44-50-0						500	495	0	0	1000	0												
ZPC44-100-0						1000	0	0	0	1474	0	0											
CPC44-0-15						104	332	42	0	990	0	0											
ZPC44-50-15						500	495	0	0	13.27	0.03	0											
ZPC44-100-15						1000	0	0	0	8.40	0.70	0											
ZPC44-0-30						102	280	85	0	990	0	0											
ZPC44-100-30						1000	0	0	0	0	0	0											



キーワード：モルタル、ポーラスコンクリート、天然ゼオライト、圧縮強度、曲げ強度、複合平板

〒010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1 秋田大学工学資源学部土木環境工学科

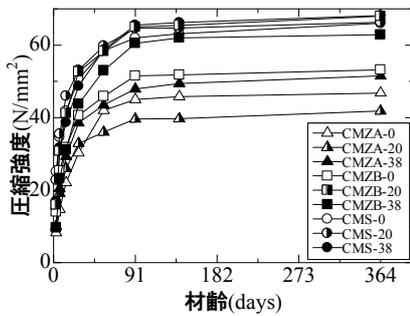


図-2 モルタルの圧縮強度と材齢の関係

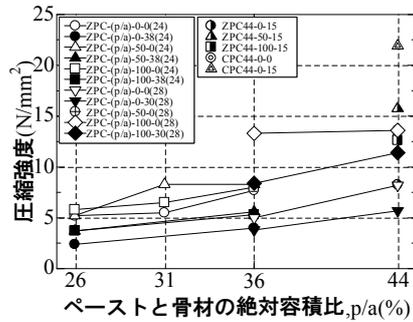


図-3 ポーラスコンクリートの圧縮強度と p/a の関係

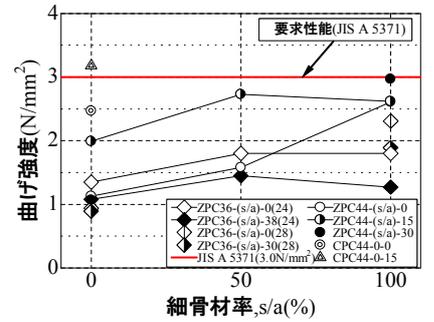


図-4 ポーラスコンクリートの曲げ強度と s/a の関係

の圧縮強度は、材齢 28 日で 50N/mm^2 程度、材齢 91 日で 64N/mm^2 程度を示し、ZP 混和率の増加による圧縮強度の違いは特に認められない。骨材に ZA を用いた場合は CMS と比較すると圧縮強度は 40%程度低くなる傾向を示した。これは、ZA が多孔質であることが影響していると考えられる。また、骨材に ZB を用いた場合は、材齢 91 日で ZP を混和することで CMS とほぼ同程度の値を示した。これは、天然ゼオライトは SiO_2 を 70%程度含有するためポズラン反応性により強度増進したことから、ZB は ZA と比較して骨材粒径が小さいため、骨材自体のポズラン反応性が高まったことが要因として考えられる。

3.2 天然ゼオライト混和ポーラスコンクリートの力学的性質

圧縮強度と p/a の関係を図-3 に、曲げ強度と s/a の関係を図-4 に示す。ZPC では p/a を 26%から 44%に増加させると、圧縮強度は最大で 1.7 倍増加した。また、p/a=44%の場合は ZPL を 15%にすると、ZPL 無混和の供試体よりも圧縮強度は最大で 1.3 倍増加した。これらの圧縮強度の増加は、p/a の増加による骨材間の接着面積の増加と、天然ゼオライトのポズラン反応性による強度増進が影響したものと考えられる。曲げ強度は ZPL 無混和の供試体より ZPL 混和率が 15%の供試体の方が最大で 1.8 倍程度高くなる傾向を示した。さらに ZPC の曲げ強度は、s/a=50%で最大を示し、p/a=44%のとき、ZPL を 15%または 30%混和すると、特に s/a=50%あるいは 100%のときに ZPL 無混和の CPC の曲げ強度を上回った。本研究の所要曲げ強度は 3.0N/mm^2 (JIS A 5371) であり、p/a=44%とし、ZPL を 15%混和した CPC は曲げ強度が 3.2N/mm^2 と所要強度を上回った。

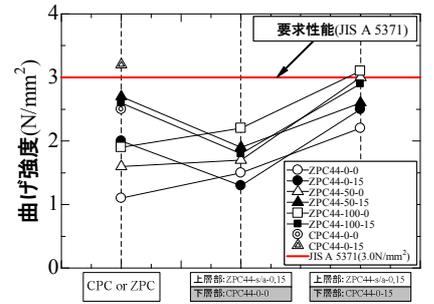


図-5 複合平板の曲げ強度 (ZPC&CPC)

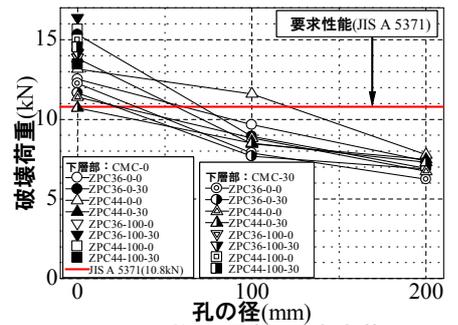


図-6 複合平板の破壊荷重 (ZPC&CMC)

3.3 複合平板の曲げ強度試験結果

上層部に ZPC、下層部に CPC を用いた複合平板の曲げ強度を図-5 に示す。上層部に ZPL 無混和の ZPC を用い、下層部に ZPL を混和した CPC の複合平板は、ZPC 単体の曲げ強度よりも最大で 2.0 倍となった。一方、上層部に ZPL を混和した ZPC、下層部に ZPL を混和した CPC を用いた複合平板は、ZPC 単体の曲げ強度よりも最大で 1.9 倍増加した。次に上層部に ZPC、下層部に CMC を用いた複合平板の曲げ強度を図-6 に示す。複合平板の H-200 と H-100 の供試体は、下層部の CMC の面積が同じにも関わらず破壊荷重は H-100 の方が 1.3 倍程度高い値を示した。H-0 においては全ての供試体が本研究で想定している所要強度 10.8kN (JIS A 5371) を上回った。

4. まとめ

天然ゼオライトのポズラン反応性を利用し、天然ゼオライトを骨材に用いたポーラスコンクリートを上層に、砕砂を骨材に用いたモルタルを下層に用いた複合平板は曲げ強度に関する要求性能 (JIS A 5371) を満たし、植栽平板への適用が期待できる。

参考文献) 永田康司ほか: 天然ゼオライト混和ポーラスコンクリートの配合と力学的性質、平成 20 年度東北支部講演概要集、pp.507-508