

国産メタカオリン含有人工ポゾランを使用したコンクリートの各種性能

鹿児島大学 学生会員 ○延岡あかり
 鹿児島大学学術研究院 正会員 審良善和, 武若耕司, 山口明伸, 小池賢太郎
 鹿児島大学大学院 学生会員 堀江亮介
 鹿児島工業高等専門学校 正会員 福永隆之

1. はじめに

ポゾラン材料であるフライアッシュを用いたコンクリートは耐久性を向上させる効果が得られる反面, 初期強度が低いなどの課題を抱えている. メタカオリン含有人工ポゾラン (以下, MKP) は, 炭鉱ボタや石炭灰等の産業廃棄物を利用して人工的に粒度調整, 焼成を行った混和材であり, セメントと同等以上の強度発現性および耐久性向上を図ることができる材料である¹⁾. 近年, MKP は国内での製造が開始され, 新たな混和材としての利用が期待される. そこで, 国内生産された MKP (以下, 国産 MKP) を用いたコンクリートの各種性能について評価することを目的に実験的な検討を行った.

2. 実験概要

2.1 供試体配合

本検討で用いたコンクリートの配合を表-1に示す. 水結合材比 (W/B) を 40, 50%とし, セメントは普通ポルトランドセメント (以下, OPC) と高炉セメント B 種 (以下, BB) を用いた. また, 細骨材として, ベースセメントに OPC を用いたコンクリートには砕砂 (S1), 海砂 (S2) の混合砂を, BB には川砂 (S3) を用いた. 国産 MKP はセメントに対して内割りで 0, 10, 20, 30%混合した. また, ス

表-1 コンクリート配合

配合名	W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)							高性能 AE減水剤 (B*%)	AE 減水剤 (B*%)				
			W	B		S1	S2	S3	G						
				C	MKP										
OPC40-M0	40	45.6	160	400	0	652	163	0	989	1.3	0				
OPC40-M10				360	40	650	162	0	986	1.2	2.0				
OPC40-M20				320	80	647	162	0	982	1.0	1.5				
OPC40-M30				280	120	645	162	0	978	1.2	2.5				
OPC50-M0	50			45.6	160	320	0	677	169	0	1026	1.0	0		
OPC50-M10						288	32	675	169	0	1023	1.5	0		
OPC50-M20						256	64	673	168	0	1021	1.4	0		
OPC50-M30						224	96	671	168	0	1018	2.0	0		
BB40-M0	40					45.6	160	400	0	0	0	808	956	1.0	0
BB40-M10								360	40	0	0	805	954	1.1	4.0
BB40-M20								320	80	0	0	803	951	1.2	5.0
BB40-M30								280	120	0	0	801	948	1.3	4.0

ランプは 8±2.5cm, 空気量 4±1.5%となるように高性能 AE 減水剤および AE 剤を用いて調整した. いずれの配合においても, 国産 MKP の混和量が増えるにしたがい混和剤量は増加する傾向が認められる.

2.2 検討項目

2.2.1 圧縮強度

JIS A 1108 に準拠して, OPC40 シリーズおよび OPC50 シリーズに対して圧縮強度試験を行った. 供試体は φ10×20cm の円柱供試体とし, 材齢 3, 7, 14, 28, 91 日まで 20℃水中養生を行った後に試験を実施した.

2.2.2 塩害に対する抵抗性(電気泳動試験)

電気泳動試験 (定常法) は, OPC50 シリーズに対して JSCE-G 571-2003 に準拠して試験を実施した. また, 中国産 MKP との比較も行った.

2.2.3 化学的侵食に対する抵抗性 (硫酸浸漬試験)

硫酸浸漬試験は, BB40 シリーズに対して実施した. 供試体形状はブリーディングの影響を除去するために打設面から 5cm 取り除いた φ10×15cm の円柱供試体とした. また, 試験は水中養生を材齢 28 日まで行った後に, 濃度 5%の硫酸溶液に 28 日間浸漬させた.

3. 試験結果および考察

3.1 圧縮強度試験

図-1, 図-2 に OPC50 シリーズおよび OPC40 シリーズの圧縮強度試験の結果をそれぞれ示す。OPC50 シリーズでは、国産 MKP の置換率が増加するに伴い、圧縮強度は低下する傾向が認められた。OPC50-M0 と比較すると、国産 MKP を 20% 混和したコンクリートが同等の強度となり、国産 MKP を 10% 混和したコンクリートでは材齢初期より高い強度を保持していることがわかる。一方、OPC40 シリーズでは、いずれの強度も同程度であった。これは MKP の特徴でもあるが、材齢初期より急速にポズラン反応が生じたためであると考えられる。

3.2 塩害に対する抵抗性について

図-3 に電気泳動試験（定常法）により得られた国産 MKP および中国産 MKP を用いたコンクリートの実効拡散係数の結果を示す。MKP を置換した配合の実効拡散係数は、MKP 置換率が 0 の配合の実効拡散係数と比べて小さくなる傾向が認められる。また、国産 MKP を混和したコンクリートの実効拡散係数は中国産 MKP を混和したコンクリートと同程度であり、国産 MKP の塩害に対する耐久性向上効果は同等であると考えられる。

3.3 化学的侵食に対する抵抗性について

BB40 シリーズのコンクリートの硫酸浸漬 28 日における外観およびその時の質量変化率を写真-1, 図-4 に示す。外観上では、いずれの供試体もコンクリート表面からの侵食が進んでいる状況であった。しかし、浸漬 28 日の質量減少率は、BB40-M0 で約 4% 程度であるのに対し、MKP を混和した供試体はいずれも 2.5% 程度であり、明らかに表面侵食を抑制していることが確認された。

4. まとめ

コンクリートに国産 MKP を混和することで、初期強度の改善、塩害および硫酸に対する抵抗性の向上が確認できた。今後はこれらの長期的な性能を確認するほか、別途実施している試験の結果も踏まえて MKP の性能を総合的に評価する必要がある。

謝辞：本研究は柏木興産（株）との共同研究により得られた成果の一部である。関係各位に心より感謝します。

参考文献：1) 畠中優成ほか：メタカオリン含有人口ポズランを混和したコンクリートの硫酸に対する抵抗性，コンクリート工学年次大会，pp. 783-788，2016

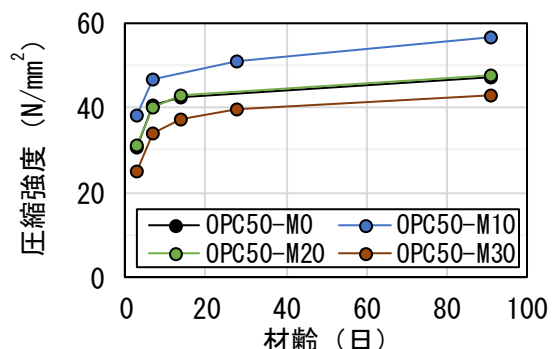


図-1 圧縮強度試験 (OPC50 シリーズ)

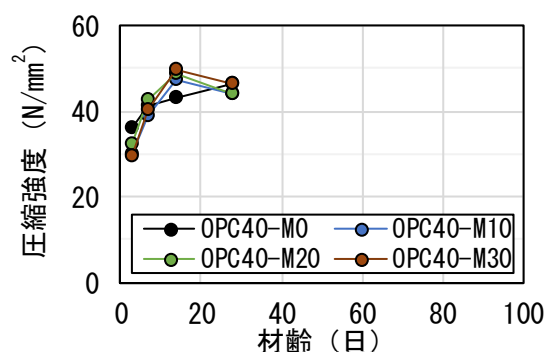


図-2 圧縮強度試験 (OPC40 シリーズ)

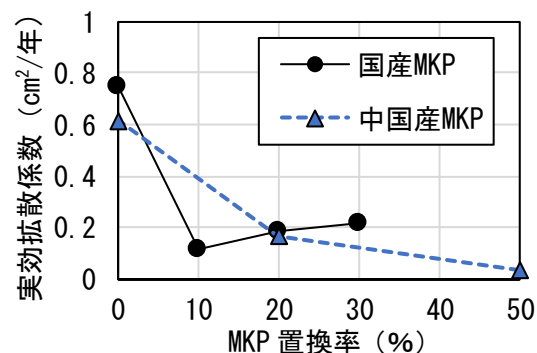


図-3 実効拡散係数 (OPC50 シリーズ)

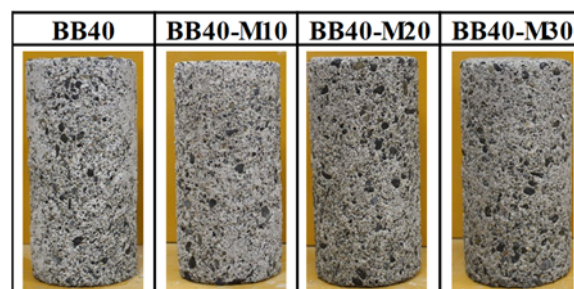


写真-1 供試体外観

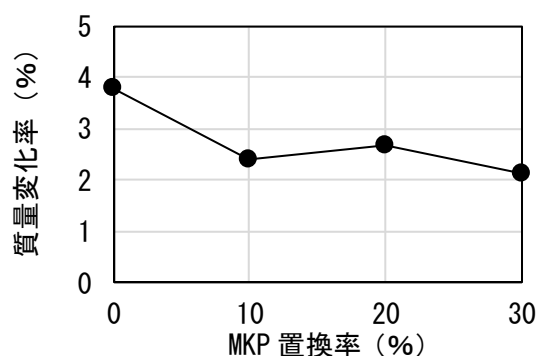


図-4 5%硫酸浸漬試験結果 (BB40 シリーズ)