

第 部門 スラグ石膏セメントを使用したポーラスコンクリートの圧縮強度および乾湿繰返し特性

和歌山高専 環境都市工学科 正会員 三岩 敬孝
 阿南高専 建設システム工学科 正会員 天羽 和夫
 高知高専 建設システム工学科 正会員 横井 克則
 和歌山高専 環境都市工学科 正会員 中本 純次

1. 研究の目的

産業副産物の有効利用と天然資源の温存を目的として、ポルトランドセメントを全く使用しないスラグ石膏セメントに着目し、さらに、骨材にも天然砕石に加え、スラグ骨材を使用したポーラスコンクリートについて、高炉スラグ微粉末の比表面積および骨材の種類が、圧縮強度および乾湿繰返しに対する抵抗性に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料

結合材となる高炉スラグ微粉末は、比表面積が 4060 g/cm² および 6140 g/cm² のものを使用した。また、アルカリ刺激剤は火力発電所から副産される排煙脱硫石膏（以後石膏と呼ぶ、密度 2.13g/cm³、二水石膏）および試薬である水酸化カルシウム(Ca(OH)₂)とした。さらに比較用として、普通ポルトランドセメント(密度 3.15g/cm³)を使用した。表 - 1 に実験に使用した高炉スラグ微粉末の化学組成を示す。

骨材は、高炉除冷スラグ骨材（表乾密度 2.66g/cm³、吸水率 2.93%、粗粒率 6.67、最大寸法 15mm、実積率 54.6%）および兵庫県赤穂産砕石(表乾密度 2.63g/cm³、吸水率 0.56%、粗粒率 6.50、最大寸法 15mm、実積率 55.0%)を使用した。

表 - 1 高炉スラグ微粉末の化学組成

記号	比表面積 (cm ² /g)	密度 (g/cm ³)	化学組成(%)					
			SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	SO ₃
S4	4060	2.89	33.8	13.8	0.1	42.8	5.2	1.9
S6	6140	2.89	33.2	13.7	0.6	42.1	5.8	2.0

本実験で使用したポーラスコンクリートの配合を表 - 2 に示す。

表 - 2 ポーラスコンクリートの配合

配合の種類	目標空隙率(%)	石膏置換率(%)	Ca(OH) ₂ 置換率(%)	水紛体比(%)	単位量(kg/m ³)							
					水	セメント	スラグ	石膏	Ca(OH) ₂	粗骨材		
										天然砕石	スラグ	
C-N	20	0	0	30	122	405	0	0	0	1447	0	
C-S				30	123	411				0	1450	
S4-N		4.8	0.2		30	115	0	365	18.4	0.774	1447	0
S4-S					30	117		371	18.7	0.786	0	1450
S6-N					34	123		344	17.4	0.730	1447	0
S6-S					34	125		350	17.7	0.742	0	1450

2.2 供試体の作成
 ポーラスコンクリートは、所定量の粉体および骨材をミキサ(水平二軸強制練りミキサ、容量 55 リットル)に投入し、30 秒間空練りを行った

後、水を投入し 2 分 30 秒間の計 3 分間練り混ぜた。また、供試体は 100×200mm の円柱供試体とし、コンクリートは 3 層に詰め、各層突き棒による突固めを行った。さらに、材齢 3 日まで恒温室内(室温 20℃、湿度 50%)に静置し、脱型後、試験の開始材齢(材齢 28 日)まで水中養生(水温 20±1℃)した。なお、ペースト供試体はモルタルミキサにより練混ぜ後、50×100mm の型枠に振動等を加えず 1 層に詰めた。

2.3 乾湿繰返し試験方法

乾湿繰返し試験には、自動制御式乾湿繰返し試験装置を使用した。乾湿繰返し条件は、自然環境を配慮し、湿潤条件を 20℃ 水中、乾燥条件を 40℃ 気中(45%RH)とした。また、湿潤期間は 1 日、乾燥期間は 2 日で 1 サイクルとし、2 サイクル毎に動弾性係数の測定を行った。なお、測定時の供試体における湿潤状態の変動を抑制する

ため、水中から取り出した供試体は、30 分間静置し、表面の水分をふき取った後測定を行うこととした。

3. 結果および考察

3.1 圧縮強度

結合材となるペーストの圧縮強度試験結果および材齢 28 日におけるポーラスコンクリートの圧縮強度試験結果を図 - 1 および図 - 2 にそれぞれ示す。これらの図より、スラグ石膏セメントを使用した供試体の圧縮強度は、普通ポルトランドセメントを使用したものより小さくなる。しかし、S6 の供試体は、S4 の供試体に比較して、水粉体比が大きいのにも関わらず、圧縮強度が大きくなっている。このことから高炉スラグ微粉末の比表面積を大きくすることで、ある程度強度を改善することができるといえる。

また、いずれの配合においても、スラグ骨材を使用したポーラスコンクリートの圧縮強度が、砕石を使用したものに比較して大きくなっている。一般に砕石の表面はセメントペーストと化学反応を起こさないが、スラグ骨材は化学反応を起こし¹⁾、その結果、ペーストと骨材との付着力が大きくなったためと考えられる。

このことから、スラグ石膏セメントを使用したポーラスコンクリートでは、スラグ骨材の使用および比表面積の大きな高炉スラグ微粉末の使用は、強度改善に有効であるといえる。

3.2 乾湿繰返しに対する抵抗性

乾湿繰返し試験による動弾性係数の変化を図 - 3 に示す。

骨材に砕石を使用したポーラスコンクリートは、結合材の種類に関係なく、乾湿繰返しにより動弾性係数が低下した。特に、その傾向は、結合材としての強度が小さいスラグ石膏セメントを使用したものほど低下の度合いは顕著であった。しかし、スラグ骨材を使用した場合、低下の傾向は緩やかであり、特に、結合材にポルトランドセメントを使用したポーラスコンクリートはほとんど低下しなかった。

これらのことから、スラグ石膏セメントを使用したポーラスコンクリートでも、圧縮強度を大きくすることで、普通ポルトランドセメントを使用したポーラスコンクリートと同程度の乾湿繰返し抵抗性を有するといえる。

4. まとめ

ポルトランドセメントを全く使用しないスラグ石膏セメントを結合材としたポーラスコンクリートでは、粗骨材にスラグ骨材、結合材には比表面積の大きな高炉スラグ微粉末を使用することで圧縮強度を高めることができ、普通ポルトランドセメントを使用したポーラスコンクリートとほぼ同等の乾湿繰返しに対する抵抗性を有する。

参考文献：1) 依田彰彦：特殊な材料を用いたコンクリート(その 15)高炉スラグ骨材，コンクリート工学，Vol.25，No.2，pp.77-83，1987.2

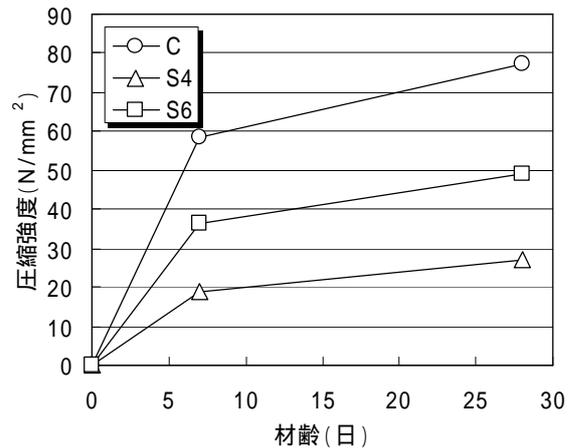


図 - 1 ペーストの圧縮強度試験結果

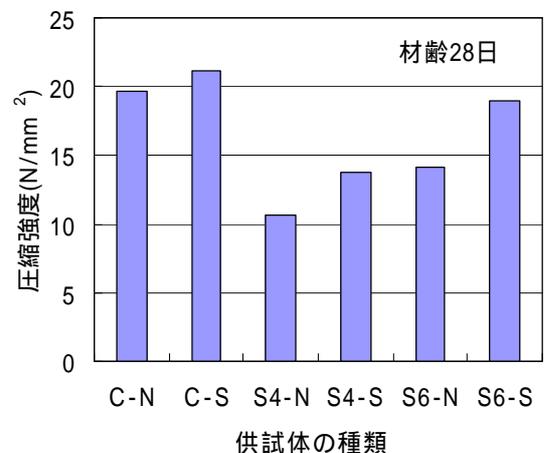


図 - 2 ポーラスコンクリートの圧縮強度試験結果

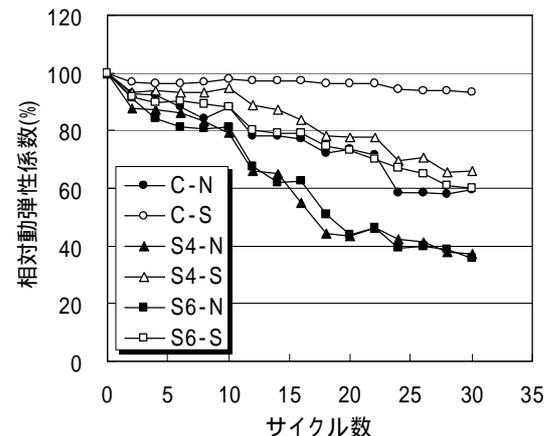


図 - 3 乾湿繰返し試験結果