

(V - 8) 銅スラグ細骨材モルタルの電気抵抗および塩化物浸透性

足利工業大学工学部 正会員 ○松村 仁夫
正会員 黒井登起雄

1. まえがき

最近各方面でコンクリート用細骨材の品質低下が指摘されている。また、一方では高炉スラグ、フェロニッケルスラグなどの産業副産物のコンクリート用細骨材への有効利用も盛んに行なわれている。本研究は、産業副産物の一つである銅スラグを取り上げ、それを細骨材として用いたコンクリートの電気的特性および鉄筋コンクリートの塩害に起因する鋼材腐食に対する抵抗性を把握する目的で、モルタルの圧縮強度、電気抵抗率および塩化物イオンの浸透性について実験的に検討したものである。

2. 使用材料および実験概要

表1 銅スラグおよび普通細骨材の物理的性質

2.1 使用材料 細骨材は、表1に示したように、銘柄および製造方法の異なる6種類の銅スラグおよび比較用の鬼怒川産川砂(記号;KR)を用いた。セメントは、CO社製の普通ポルトランドセメント(比重;3.16)、混和剤は、AE減水剤およびAE剤を用いた。

細骨材 の記号	比重	吸水率 (%)	単位容 積質量 (kg/m ³)	粗粒率	粒 度 分 布 (75μ寸法(mm)/残留百分率(%))									
					10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	0.075	0.045	0.025
KR	2.60	2.14	---	3.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CUA	3.56	0.55	2.28	2.44	0	0	0	6	60	85	93	100		
CUB	3.55	0.45	2.32	2.33	0	0	0	5	55	82	91	100		
CUC	3.63	0.50	2.43	2.41	0	0	0	8	61	82	90	100		
CUD	3.65	0.52	2.40	2.21	0	0	0	2	49	80	90	100		
CUE	3.46	0.50	2.30	2.59	0	0	0	8	66	84	91	100		
CUF	3.38	0.52	2.20	2.57	0	0	0	15	65	85	92	100		

2.2 実験概要 配合は、W/C=0.55、フロー=210±10mmおよび空気量=5±1%の条件で、各細骨材毎に試し練りによって決定した。練り混ぜは、改良ホバート型モルタルミキサで行った。フレッシュモルタルの試験は、フロー試験(JIS R 5201)、空気量および単位容積試験を行った。空気量は、JIS A 6201(フライアッシュ)に準じてモルタルの単位質量を求め、JIS 1116の重量方法によって算定した。単位容積質量は、空気量試験の質量測定結果から求めた。モルタルの配合およびフレッシュモルタルの性質は表2に示した。供試体は、以下の①～③の3種類を作成し、試験まで20±3℃の水中養生を行った。

表2 モルタルの配合および諸性質

W/C=55%、フロー値=210±10、空気量=5±1%

細骨材 の記号	S/C (%)	単 位 量 (kg/m ³)						モルタルの性質	
		W	C	S	Ad _{AEOW}	Ad _{AE}	フロー(mm)	空気量(%)	
KR	2.5	301	547	1368	0.2 %	0.025%	216	5.3	
CUA	3.8	284	517	1965	0.2 %	0.004%	201	4.1	
CUB	3.4	301	548	1893	0.2	0.004	219	5.2	
CUC	2.6	296	538	1937	0.2	0.004	213	4.2	
CUD	3.3	311	565	1865	0.2	0.006	227	3.9	
CUE	3.4	298	541	1839	0.2	0.006	216	4.3	
CUF	3.3	299	543	1792	0.2	0.007	216	3.9	

①圧縮強度試験 供試体は、φ5×10cm円柱形とし、試験はJIS A 1108に従って行った。供試体数は、各要因・水準毎に3個とし、試験材齢は28日とした。

②電気抵抗試験 供試体は、10×10×0.2cmの真鍮板を相対する面に接着した一辺が10cmの立方体とし、各要因・水準毎に3個作成した。試験は、真鍮板を介して交流電流(電流100mA、周波数5kHz)を接続し、電極間の電圧を測定する方法で行った。電源は精密電力増幅器(株式会社NF回路設計ラボ製)を、周波数変換にはRC発振器(菊水電子工業製)を用いた。試験材齢は、28日、56日、90日、180日および365日とした。

③塩化物イオンの浸透試験 供試体は、4×4×16cmの角柱形とし、各要因・水準毎に3個作成した。供試体は、水中養生期間中に長手方向の4面をエポキシ樹脂でシールしたのち、材齢28日に塩化イオン濃度2%に調整した塩水中に浸漬した。浸漬期間は、28日および90日とした(CUAおよびCUEは90日を行っていない)。塩化物の浸透深さは、供試体を長手方向に割裂したのち、その面に0.1mol/L硝酸銀溶液を噴霧し、変色域をノギスで10箇所測定する方法で求めた。

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度 普通および銅スラグ細骨材を用いたモルタルの圧縮強度および標準偏差の結果を図1に示す。図より、銅スラグ細骨材の圧縮強度は、普通細骨材の0.91～0.99%で、同程度か若干小さくなる傾向がみられる。これは、銅スラグ細骨材の比重が普通細骨材2.60に対して、3.38～3.65と大きくなることによるブリーディングに起因する材料分離の影響と考えられるが、その影響は比較的小さいようである。CUC 細骨材の場合、1.04%と若干増大する。また、普通および銅スラグ細骨材の種類による標準偏差の違いは、認められない。

3.2 電気抵抗率 湿潤状態のモルタルの電気抵抗率と材齢の関係を図2に示す。図より、銅スラグ細骨材モルタルの電気抵抗率は、材齢の進行とともに大きくなる傾向が認められる。その値は、材齢28日で、2000～2500Ωcm、材齢365日で、2900～5400Ωcmの範囲であり、普通細骨材の2400Ωcmおよび3700Ωcmと同程度か、銅スラグの種類(CUB、CUDおよびCUF)によって小さくなる傾向が認められる。これは、銅スラグのCu、Feの化学成分、とくにFeの影響と考えられる。しかし、CUAの銅スラグ細骨材モルタルの電気抵抗率は、普通細骨材に比べて1.03～1.40倍も大きくなる傾向が認められる。また、モルタルの電気抵抗率の材齢に伴う増加率は、銅スラグ細骨材の場合、普通細骨材に比べて若干大きくなる傾向も認められる。

3.3 塩化物イオンの浸透性 銅スラグ細骨材モルタルの塩化物イオン浸透深さを測定した結果を図3に示す。図より、銅スラグ細骨材モルタルの塩化物イオンの浸透深さは、浸透期間28日で、8.5～10.1mm、浸透期間90日で、10～14.5mmの範囲にあり、普通細骨材モルタルは、8.9および12.9mmである。銅スラグ細骨材モルタルの普通細骨材モルタルに対する塩化物イオン浸透深さの比率は、浸透期間28日で0.96～1.13倍、90日で0.78～1.12倍となり、浸透期間および銅スラグ細骨材の種類によって若干変動するが、普通細骨材モルタルと同程度か、若干小さくなる傾向が認められる。また、塩化物イオン浸透深さは、混合率50%のフェロニッケルスラグ細骨材モルタル(過去の結果)の場合、浸透期間28日で6.6～10.1mm、90日で10～14.3mmであり、それとほぼ同程度である。

4. まとめ

以上より、銅スラグ細骨材モルタルの圧縮強度、電気抵抗率および塩化物イオン浸透性は、普通細骨材と同程度か、材齢および浸透期間の経過とともに若干小さくなることが明らかになった。

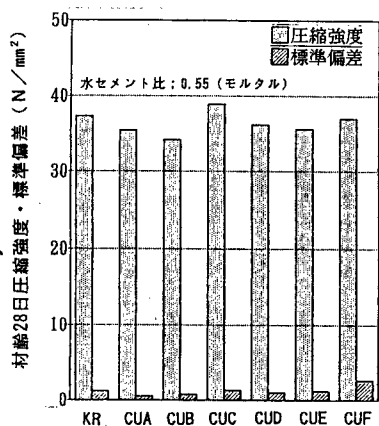


図1 銅スラグ細骨材を用いたモルタルの圧縮強度

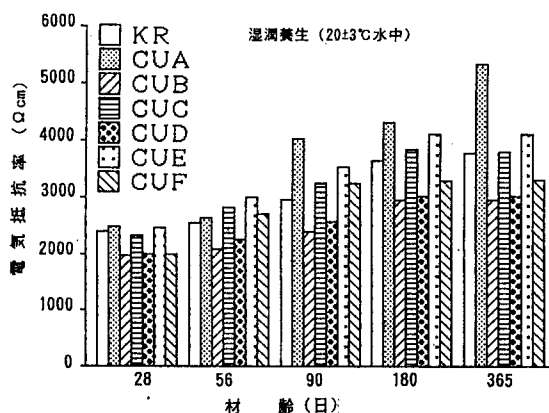


図2 銅スラグ細骨材モルタルの電気抵抗率(周波数:5KHz)

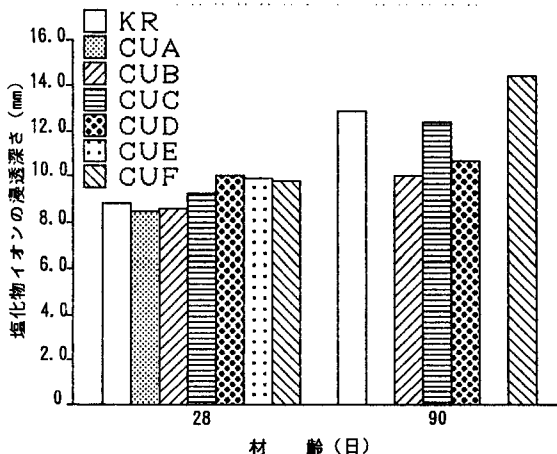


図3 銅スラグ細骨材モルタルの塩化物イオンの浸透深さ