

銅スラグ骨材を使用したコンクリートに関する基礎研究

徳島大学 学生会員 ○福田圭佑
和歌山高専 正会員 三岩敬孝
正会員 中本純次

1. はじめに

高度成長期から現在にかけて、コンクリート建造物が急増し、天然細骨材を多量に採取してきた。その結果、河川における骨材が減少し、また瀬戸内海地方では海砂の採取により地盤沈下が発生するなど、自然環境に影響が出始めた。このため、天然細骨材の採取規制が行われ、天然細骨材に代わる骨材が必要となってきた。

そこで、銅を製錬する際に副産される銅スラグ骨材をコンクリート用細骨材として利用することに着目した。銅スラグ骨材の使用は、凝結遅延やブリーディング量の増加などといったコンクリートのフレッシュ性状に及ぼす様々な品質低下を招くとされている。本研究では、これらの品質低下の程度と改善方法について検討した。

2. 実験概要

(1)使用材料：結合材は、普通ポルトランドセメント(密度 3.15g/cm^3)を使用した。細骨材は銅スラグ骨材(表乾密度 3.62g/cm^3 、吸水率 0.28%)および川砂(表乾密度 2.58g/cm^3 、吸水率 2.59%)、粗骨材は碎石(表乾密度 2.62g/cm^3 、最大寸法 20mm)を使用した。

(2)配合：本実験で使用するコンクリートの配合は、水セメント比を 50% で一定とし、銅スラグ骨材は細骨材容積に対して 0 、 30 、 50 および 70% 置換した。また、銅スラグ骨材使用による品質低下の改善方法の検討を行う際は、銅スラグ骨材の影響が顕著となるように置換率を 70% とした。表-1 に本実験で使用するコンクリートの配合を示す。

(3)実験項目：本実験では、まず銅スラグ骨材を使用したことによる凝結遅延の原因を調査するため、銅スラグ骨材を洗浄した洗浄水を練混ぜ水としたペーストの凝結試験を実施した。次に、銅スラグ骨材の混入によるコンクリートの品質低下の程度を知るため、凝結試験およびブリーディング試験を実施した。また、硬化後の性能を比較するため、圧縮強度試験を実施した。さらに、ブリーディング水が凝結遅延に及ぼす影響の検討や凝結促進剤の混入による凝結遅延の改善程度、生コンスラッジ固形分を添加することによるブリーディング抑制を行った場合の凝結遅延の改善程度について検討した。

表-1 コンクリートの配合表

	水セメン ト比(%)	銅スラグ 置換率(%)	単位量(kg/m³)						
			水	セメント	細骨材		粗骨材	凝結促進剤	スラッジ固形分
					川砂	銅スラグ			
CU0-0-0	50	0	178	356	811	0	904	0	0
CU30-0-0		30			568	339			
CU50-0-0		50			406	567			
CU70-0-0		70	167		243	794	10.68	0	
CU70-30-0									
CU70-0-1			178						3.56
CU70-0-3		10.68							
CU70-0-5							17.80		

3. 結果および考察

セメントペーストの凝結試験の結果を図-1 に示す。この図より、銅スラグ骨材を浸した水の上澄み水については、浸水からの経過日数に関わらず、水道水を用いたものとほぼ同様という結果が得られた。それに対し

て、銅スラグ骨材の微粒子が混入した水については、水道水を用いたものより凝結時間が若干遅くなった。これより、凝結遅延が生じる原因は化学的要因ではなく、セメントの粒子より粗い銅スラグの微粒子が混入し粉体による水の拘束力が低下することによって水が浮き上がる物理的要因ではないかと考えられる。

圧縮強度試験の結果を図－2に示す。この図より、銅スラグ細骨材を70%置換したものは、材齢3日および7日時点では他のものより若干低い強度を示していたが、材齢28日では、他のものとはほぼ同じ強度を示している。このことから、圧縮強度については、銅スラグ細骨材を使用することによる影響は小さいといえる。

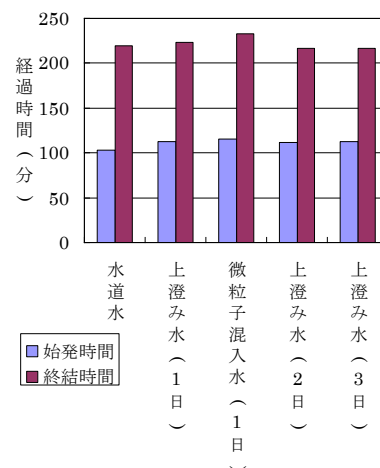
ブリーディング水の影響についての検討結果を図－3に示す。一般に銅スラグ骨材をコンクリート用細骨材として混入することにより、凝結時間が遅延すると報告されている。本実験においても、銅スラグ骨材を70%混入したものは、普通コンクリートと比較して、凝結遅延が見られた。しかし、ブリーディング水を除去して実験を行ったものは、普通コンクリートよりも凝結時間が早くなった。このことから、凝結遅延の原因の一つとして、多量に発生するブリーディング水ではないかと考えられる。また、凝結促進剤を混和したものは、凝結遅延が大幅に改善された。

ブリーディングを抑制するために生コンスラッジ固形分を添加したことによる検討結果を図－4に示す。一般に粉体を混入することで、ブリーディングを抑制することが出来ると報告されている。本実験では、生コンスラッジ固形分をセメント量に対して1, 3, 5%混入することでブリーディングの抑制を図った結果、スラッジ固形分の混入量が増加するにつれ、凝結遅延が改善した。このことから、ブリーディングを抑制することで、凝結遅延がある程度改善できるといえる。

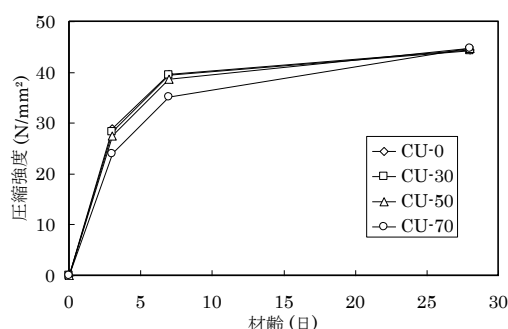
4. まとめ

本研究では、銅スラグ骨材をコンクリート用細骨材として使用した際の品質低下の原因を明確にするとともに、品質の改善効果について検討した。本研究によって得られた結果を要約すると以下ようになる。

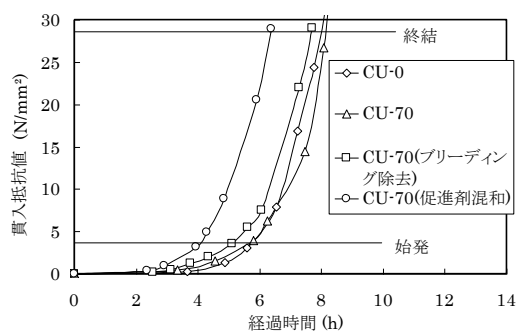
1. 凝結遅延の原因はブリーディングにあると思われる。
2. 銅スラグ骨材を使用することによって凝結遅延が生じたが、凝結促進剤を混和することによって、改善することができた。
3. ブリーディング水を除去することによって、凝結時間を早くすることができた。
4. 生コンスラッジ固形分などブリーディングの発生を抑制することで、凝結時間を早くすることができた。



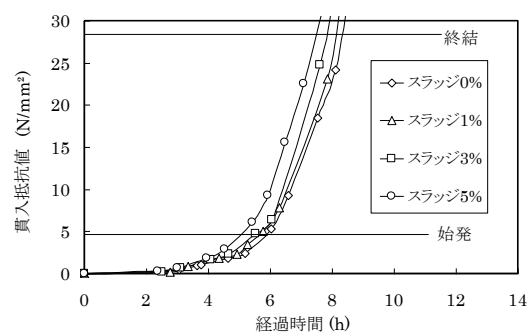
図－1 セメントの凝結試験結果



図－2 圧縮強度試験結果



図－3 ブリーディングの影響による検討結果



図－4 ブリーディング抑制による検討結果