

V-168 鉄鉱石混入コンクリートの鉄筋防食効果

その1 - オートクレーブによる腐食促進実験

東京大学生産技術研究所 正会員 星野富夫
 茨城職業訓練短期大学校 正会員 辻恒平
 東京大学生産技術研究所 正会員 魚本健人

1. はじめに

海洋環境下におけるコンクリート中の鉄筋の防食方法については、JCIの「海洋コンクリート構造物の防食指針(案)」において各種の防食方法を具体的に明示している。しかし、今回報告するものは、鉄鉱石あるいは鉄粉をコンクリートに混入することにより、コンクリート中の鉄筋の防食を図ろうとするもので、従来の防食方法には見られない全く新しい試みであり、内外を通じて殆ど報告されていない。既に筆者らは、赤鉄鉱石砕砂を細骨材として用いたコンクリートのオートクレーブによる促進腐食実験により、防食効果が認められることを報告¹⁾したが、本研究ではこれらの防食効果を解明するために、製鋼の際に発生するミルスケールをコンクリートに混入したコンクリートについても同様な実験を行い、この種の材料をコンクリートに混入した場合の防食効果について実験的に確認した。

2. 試験方法

2.1 供試体

使用した材料は、赤鉄鉱石砕砂およびミルスケールの鉄粉である。各々の化学組成ならびに物理的性質を表-1、表-2に示す。基準となるコンクリートの配合は、比重3.16の普通ポルトランドセメントを用い、水セメント比=60%、s/a=47%、スランブ 8cm±1cmとなるように定めたものである。赤鉄鉱石砕砂およびミルスケールを混入した場合の配合例を表-3に示す。赤鉄鉱石砕砂混入コンクリートの場合には、赤鉄鉱石砕砂を細骨材の一部として、25%ピッチで100%まで置き換えた。また、ミルスケール混入コンクリートの場合には、ミルスケールをコンクリート体積の10%と20%混入した。一方、鉄筋の腐食を促進させるために、上記のコンクリートの練り混ぜ

表-1 鉄鉱石および鉄粉の化学組成(%)

種類	Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO
赤鉄鉱石砕砂	95.1	0.15	0.05	2.8	1.1	0.05	0.03
ミルスケール	32.7	65.8	-	-	-	-	-

水に、塩化物イオンで5kg/m³相当のCaCl₂を外割りで混練水に溶かして混入した。供試体は、φ10×20cmの円柱型枠にφ13mm、L=160mmの磨き丸鋼を、JCI-SC2の試験方法に準じて、鉄筋のかぶり厚さが1cmおよび2cmとなるように固定したものである。また強度試験用の供試体もそれぞれ作製した。

表-2 材料の物理的性質

種類	比重	吸水率(%)	F. M	各ブルイに留まるものの重量百分率(%)					
				5.0	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15
川砂	2.63	1.78	3.19	0	20	49	71	86	93
赤鉄鉱石砕砂	4.29	4.43	3.43	0	22	40	53	67	75
ミルスケール	5.14	-	-	-	-	-	-	-	8

2.2 腐食促進試験

供試体は20℃の養生室内で密封養生を行い、材令7日でオートクレーブによる促進腐食実験を行った。オートクレーブの設定条件としては、1時間に60℃の速度で容器内の温度を180℃、10気圧まで上昇させ、この温度を8時間保持した後に室温まで温度を降下させることを1サイクルとしたもので、連続3回のオートクレーブを行った。一連の実験結果

表-3 コンクリートの配合

コンクリートの種類	単 位 量 (Kg/m ³)							スランブ (cm)
	水	セメント	粗骨材	川砂	鉄粉	鉄鉱砕砂	CaCl ₂	
普通コンクリート	200	333	994	860	-	-	7.85	7.8
赤鉄鉱石砕砂(100%)	200	333	994	-	-	1402	7.85	7.5
ミルスケール(20%)	200	333	707	613	1028	-	7.85	0.5

から、1回のオートクレーブでは、基準となるコンクリート中の鉄筋の腐食が不十分である場合もあることがわかり、3回のオートクレーブ処理を行えば基準コンクリート中の鉄筋において50~60%程度の腐食が発生し、明確に腐食の程度が確かめられることがわかった。

3. 実験結果および考察

オートクレーブ後の供試体から鉄筋を取り出し、鉄筋の腐食部分をトレースして腐食面積率で示したものが図-1、2である。図-1は赤鉄鉱石の場合であり、赤鉄鉱石砕砂の混入率が増加するにしたがい鉄筋の腐食面積率が大きく減少し、顕著な防食効果が認められた。一方、ミルスケールを混入したコンクリートの場合には、赤鉄鉱石の場合ほど顕著ではないが、普通コンクリートの腐食状態と比較すると、明らかに防食効果が認められる。また、これらのコンクリートの圧縮強度を示したものが図-3、4である。オートクレーブ前の圧縮強度は、材料の種類や混入割合に関係なく、ほぼ同程度の値を示しているが、オートクレーブ後ではこの傾向は異なる。ミルスケール混入コンクリートの場合には、普通コンクリートと同様な傾向を示すものの、赤鉄鉱石砕砂混入コンクリートの場合には、混入割合が増す程著しい強度低下が認められた。又、これらのコンクリートのポロシチーの測定結果においても、赤鉄鉱石砕砂を混入するほど粗大な怪の増加が認められた。一般に、強度の低下やポロシチーの増加は、塩化物の移動と腐食の発生に必要な酸素の供給の増大を意味するものであるが、赤鉄鉱石砕砂混入コンクリートではかえって防食効果が高くなっている。これは、鋼材周辺における防食被膜の形成あるいは電気化学的な現象によって防食効果が現れているものと考えられる。

4. 結論

鉄鉱石とミルスケールを混入したコンクリート中の鉄筋の防食効果を検討した。その結果、赤鉄鉱砕砂の場合には、混入率の増加に伴って顕著な防食効果が認められ、ミルスケールの場合にも混入に伴う防食効果が認められた。

終わりに、本研究の遂行にあたりご指導頂いた千葉工業大学の小林一輔教授ならびに材料を提供していただいた川崎製鉄㈱研究開発センターに謝意を表します。

<参考文献>

- 1) 辻、星野、小林：第45回土木学会年次講演会講演概要集、V-254、1990

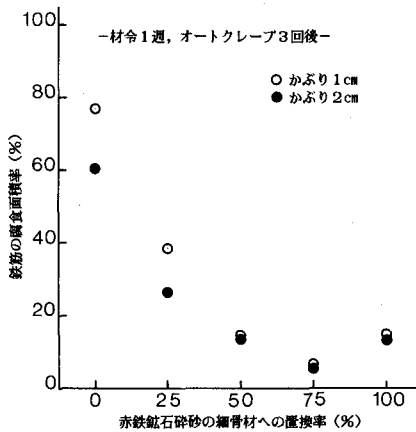


図-1 鉄筋の腐食面積 (赤鉄鉱石)

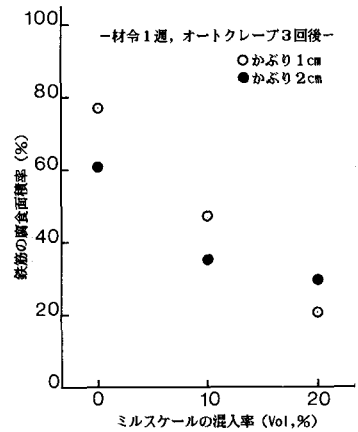


図-2 鉄筋の腐食面積 (ミルスケール)

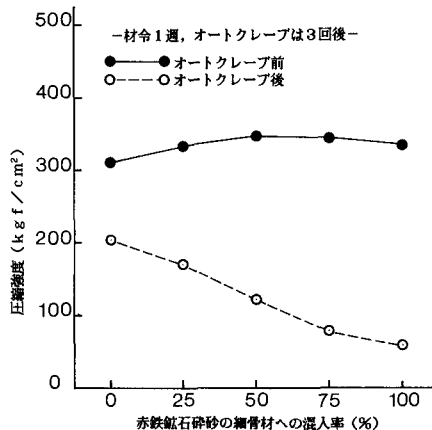


図-3 圧縮強度の変化 (赤鉄鉱石)

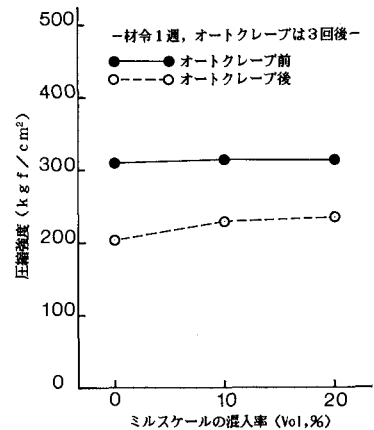


図-4 圧縮強度の変化 (ミルスケール)