

オートクレーブによるコンクリート中の鉄筋の腐食促進試験について

Accelerated Corrosion Test of Reinforcing Steel in Concrete by Autoclave Process

小林 一 輔*・武 若 耕 司*
Kazusuke KOBAYASHI and Koji TAKEWAKA

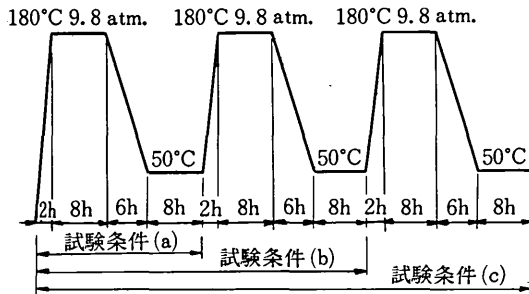
1. はしがき

近年、川砂の不足に伴って、コンクリート用骨材として海砂を利用するケースが増えてきている。そのため、塩分に対するコンクリート構造物の耐久性、特に鉄筋の腐食問題がクローズアップされてきた。このような背景の下でコンクリート中の塩分量の許容値の決定や防錆剤の効果判定を目的として、実験研究が活発に行われているが、その手段としては主に乾湿繰返しあるいは高温加湿等による腐食促進試験が用いられている。しかし、実際には、これらの促進試験による腐食の評価には何カ月もの期間を要し、十分な促進効果は得られない。

そこで本研究では、オートクレーブを用いて高温高圧(180°C約10気圧)中で腐食促進を行った結果、非常に短時間で腐食の促進ができることを確かめたので、この方法の腐食促進試験としての適用の可能性について、コンクリート中の塩分量と鉄筋腐食との関係およびこれらに及ぼす防錆剤の作用効果などの面から検討してみた。

2. 実験概要

コンクリート供試体は、 $\phi 10 \times 20$ cmの円柱体を用い、その内部に #400 のサンドペーパーで表面仕上げを行い、脱脂したみがき丸鋼($\phi 13$ mm)を、1本の供試体に2本ずつ配筋した。鉄筋のかぶり厚は10, 20, 30 mmとした。コンクリートの配合は水セメント比を70%, 細骨材率を50%とした。粗骨材の最大寸法は10 mmとし、細骨材とし

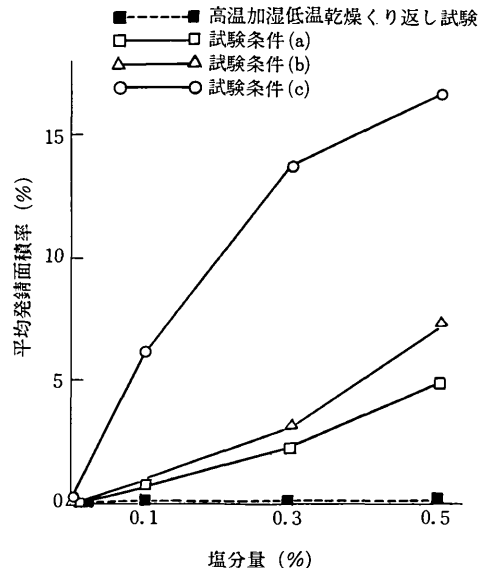


第1図 オートクレーブによる試験条件

ては川砂を用いた。塩分は人工海水を使用した。その混入量は NaCl 換算で細骨材の重量当り、0, 0.1, 0.3, 0.5%とした。セメントは普通ポルトランドセメントを用い、防錆剤としては、亜硝酸塩を2種、無機系薬剤を混入した市販防錆剤1種の計3種類を使用した。コンクリートは脱型後直ちに温度20°Cで密封養生し、材令7日から試験を開始した。オートクレーブによる試験条件を第1図に示す。なお、比較のために高温加湿低温乾燥(温度70°C, 湿度95%以上~温度10°C, 湿度60%)の繰返し試験を行った。

3. 実験結果および考察

第2図は、平均発錆面積率と塩分量との関係を示したものである。この図より明らかなことは、まず、オートクレーブを用いた本方法が、従来比較的多く用いられている上記の繰返しによる促進試験に比較して、非常に短時間で大きな発錆率を示していることであり、次に、塩分



第2図 平均発錆面積率と塩分量との関係

*東京大学生産技術研究所 第5部

第1表 鉄筋の発錆面積および発錆面積率

塩分量 (%)			0		0.1		0.3		0.5	
試験条件	防錆剤の種類と混入量	かぶり (mm)	平均発錆面積 (mm ²)	平均発錆面積率 (%)	平均発錆面積 (mm ²)	平均発錆面積率 (%)	平均発錆面積 (mm ²)	平均発錆面積率 (%)	平均発錆面積 (mm ²)	平均発錆面積率 (%)
試験条件 (a)	0	10	0	0	145.0	1.89	177.4	2.31	378.5	4.93
		20	0	0	68.1	0.88	144.5	1.91	213.3	2.78
		30	0	0	10.8	0.14	96.9	1.26	—	—
	NaNO ₂ 0.5%	10	—	—	0	0	43.3	0.56	—	—
		20	—	—	0	0	14.5	0.20	—	—
	Ca(NO ₂) ₂ 0.5%	10	—	—	0	0	15.1	0.20	—	—
		20	—	—	0	0	0	0	—	—
試験条件 (b)	0	20	0	0	—	—	240.8	3.14	558.5	7.27
試験条件 (c)	0	10	1.93	0.025	—	—	1161.4	15.13	2151.8	28.03
		20	2.12	0.025	469.0	6.11	1050.5	13.69	1270.7	16.55
	市販防錆剤標準量	20	—	—	—	—	244.0	3.18	248.9	3.25
高温加湿低温乾燥繰り返し3ヵ月後	0	10	0	0	0.05	0.0	0.10	0.0	16.1	0.21
		20	0	0	0	0	0	0	0.9	0.01

量の増加が比較的鋭敏に発錆面積に反映していることである。この2点は、オートクレーブによる腐食促進試験によって、コンクリート中の塩分が鉄筋の腐食に及ぼす影響を十分に評価できることを表わしている。

第1表は、今回行った実験の結果について示したものであるが、これより、かぶりが発錆面積に影響を及ぼすことがわかる。かぶりが薄くなるに従って発錆面積は急激に増加するが、このことは従来経験的に確認されてい

た傾向と一致している。

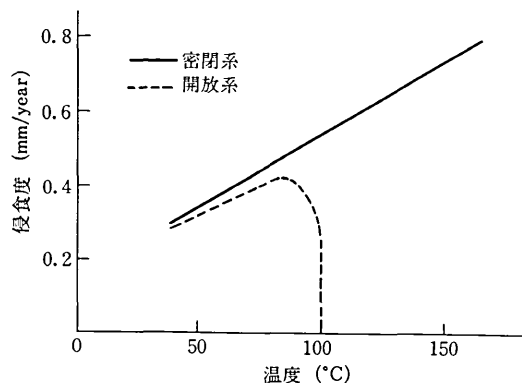
また同表より、どの塩分量の場合にも発錆面積率は、防錆剤を混入することにより減少しているが、その減少の程度は防錆剤の効果を判定するのに十分なものである。

4. オートクレーブの腐食促進作用について

オートクレーブの槽内は完全に密閉されているために、内部の水が沸点に達した後、水中より逃げ出した酸素により槽内の酸素分圧が高くなる。このため、第3図に示すように酸素拡散律速による腐食速度は、温度上昇に従って増加する。ただし、この増加の割合は、温度10℃の上昇ごとに約30%程度である。このことは、長期間を考えると非常に大きな増加となるが、この促進試験のような短時間では、急速な腐食増加は期待できない。しかし、コンクリート中に塩分が含まれている場合には、温度上昇に伴う自由水の急速な移動と同時に塩分の移動と集中が起こり、さらに塩分による不動態被膜の破壊が促進され、腐食速度は急速に増加することが予想される。そのため本方法は、塩分の鉄筋に及ぼす影響を相対的に評価するための手段として十分使用できると思われる。

しかし、本方法を腐食促進方法として確立するために、なお検討を重ねる必要がある。

(1978年6月1日受理)



第3図 溶存酸素による Fe の腐食速度に及ぼす温度の影響 (Speller による)