

海砂使用RC部材の鉄筋の発錆実験

福岡大学 ○正員 江本 幸雄
九州工業大学 正員 渡辺 明
九州産業大学 正員 宮川 邦彦

1. まえがき

コンクリート用細骨材としての川砂の採取が減少し、海砂の使用量が増加している。特に九州地方では細骨材のほとんどを海砂に依存している。鉄筋コンクリートに塩分を含んだ海砂を細骨材として使用した場合、鉄筋の発錆、腐食などが問題となってくる。土木学会では海砂に含まれる塩化物の許容限度を砂の絶乾重量に対し、NaClに換算してRC構造物で0.1%、PC構造物で0.03%以下と定めているが、この許容値の制定については明確な根拠はなく、海砂中の塩分含有量と鉄筋の発錆との関係も明らかではない。筆者らは4年前からこれらの問題を解明するために、RCおよびPC部材を作製し、長期暴露試験を実施してきたが、ここではRCはりの放置3年後およびRC柱の放置4年後の結果について報告する。

2. 実験概要

RC供試体の概要を表-1に示す。配合は土木用の場合、 $W/C = 55.5\%$ 、スランプ 10 ± 1 cm、建築用では $W/C = 61.0\%$ 、スランプ 19 ± 1 cmとした。海砂の塩分量を目標通りにすることは困難であるため、細骨材には川砂を用い、単位水量の一部を海水で置換することにより、打設時の塩分量を調節した。ここで、塩分量は砂の絶乾重量に対する割合である。RCはりは放置前に表面ひびわれ幅0.2 mm程度の曲げひびわれを発生させ、簡単な曲げ装置を用いて、ひびわれ幅を保持したまま放置した。放置場所の“内陸”とは屋外暴露状態を、“海岸”とは供試体が満潮時には海中に没し、干潮時には空中に露出する状態を示している。実験項目はコンクリートの中性化深さ、硬化コンクリート中の塩分量および鉄筋の発錆面積率と発錆状態の測定である。

3. 実験結果および考察

3.1 コンクリートの中性化

はり供試体の断面において中性化深さの最大値が10 mm以上のもも見られなかった。そのほとんどは粗骨材が表面に露出している箇所であった。全供試体の中性化深さの平均値は土木用では放置上面で2.1 mm (1年目2.1 mm)、放置下面2.0 mm (同1.5 mm)、打設上面0.6 mm (同0.4 mm)、打設下面0.5 mm (同0.0 mm)であり、建築用ではそれぞれ2.2 mm (同1.0 mm)、3.1 mm (同2.1 mm)、0.1 mm (同0.1 mm) および0.0 mm (同0.0 mm)であった。中性化深さは放置1年後に比べ、3年後の方がやや大きく特に、建築用では放置方向で1 mm程度進行しているが、打設方向では進行が見られなかった。pHはいずれも12.4~12.9程度であり、ひびわれ部を除けば中性化による発錆への影響はないものと考えられる。

3.2 硬化コンクリート中の塩分量

図-1, 2に硬化コンクリート中の塩分量とその分布状態を示す。土木用、建築用とも、実測塩分量は打設時塩分量の1/2程度まで減少しており、1年目の測定結果と同程度である。図-2では打設上面の方が打設底面に比べ塩分量が少

表-1 供試体の概要

供試体 寸法 mm	RCはり	RC柱
鉄筋の かぶり (mm)	50	50
使用鉄筋 SD30 D13		
コンクリートの種類	土木および建築用	土木用
塩分量(%)	0, 0.1, 0.3, 0.5	RC柱土木用では海砂(0.4%) および防錆剤を加えたものを 使用
放置場所	内陸	内陸・海岸
放置期間(年)	1, 3, 6, 9, 12	

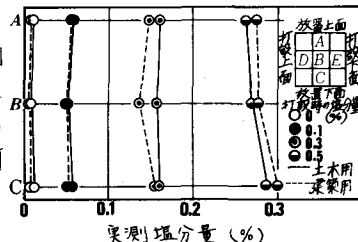


図-1 硬化コンクリート中の塩分量(放置方向)

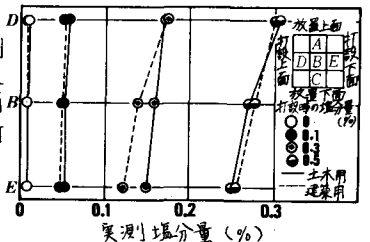


図-2 硬化コンクリート中の塩分量(打設方向)

きくなっているが、これはブリーチングによるものと考えられる。RC柱の硬化コンクリートの塩分量は内陸放置の場合、RCはりと同程度であったが、海岸放置の場合、図-3に示すように乾湿の繰り返しを受けるため、表面部において著しい塩分の増加が認められる。放置1年後においては供試体中心部で打設時の塩分量と同程度の値であったが、放置4年後では中心部および放置上面で海水の浸透による影響を受けて増加している。

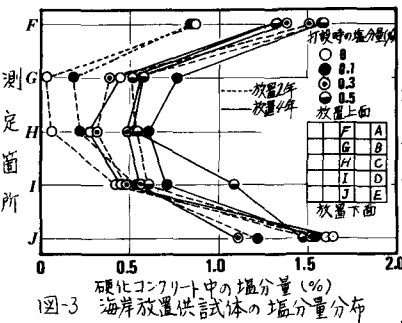


図-3 海岸放置供試体の塩分量分布

3.3 鉄筋の発錆面積率と発錆状態

RCはりの発錆面積率と打設時塩分量との関係を図-4~5に示す。土木用、建築用とも放置1年後に比べ、発錆面積率の増加が認められる。また、打設時塩分量が多いほど発錆面積は大きく、特に、建築用はりの方が低い塩分量において発錆が多いようである。図-6は放置方向における上側および下側鉄筋の発錆面積の相違を示したものである。放置1年目と同様に上側鉄筋の発錆面積率は下側鉄筋に比べ、かなり大きく平均すると土木用で2.5倍、建築用で1.4倍となっている。これは上側鉄筋の方が降雨や乾湿作用などの自然環境の影響を受け易いためと考えられる。

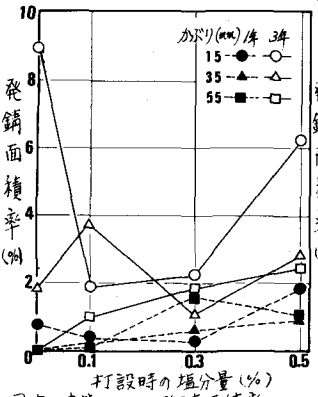


図-5 建築用はりの発錆面積率と塩分量との関係

図-7にかぶりと発錆面積率との関係を示す。塩分量が少ない場合はかぶりの影響は明確に表われないが、塩分量が0.5%では土木用、建築用ともかぶり大きいほど発錆面積率は減少している。

内陸に放置したRC柱の打設時塩分量と発錆面積率およびかぶりと発錆面積率との関係を図-8、図-9にそれぞれ示す。RC柱の放置期間は2年および4年である。発錆面積率は打設時塩分量の増加とともに増大しており、放置4年後は2年後に比べて、塩分量0.5%において増加が認められる。また、図-9に示すように、打設時塩分量0.5%でかぶり35mm、55mmの鉄筋に、放置2年後と同様に発錆面積率の増大が認められるがこれは、表-1に示すように打設底面から鉄筋位置までの高さが大きいいため、ブリーチングによって発錆が助長されたものと考えられる。

最後に、海岸放置実験を実施して頂いた鹿児島大学、私本進助教授に感謝の意を表します。

〈参考文献〉渡辺 明：RCおよびPC構造物における海砂使用上の問題と説明に関する総合研究，総合研究A 研究成果報告書 昭和56年3月

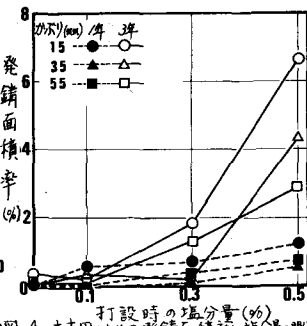


図-4 土木用はりの発錆面積率と塩分量の関係

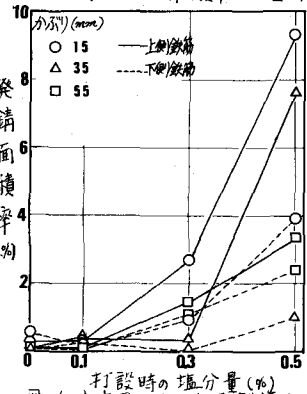


図-6 土木用はりの上下鉄筋の発錆面積率と塩分量との関係

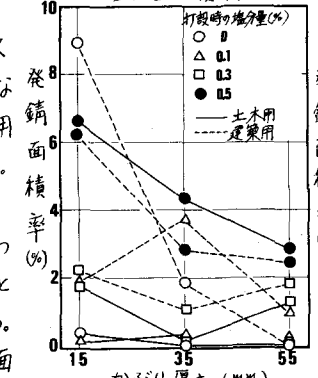


図-7 RCはりの発錆面積率とのかぶり厚さとの関係

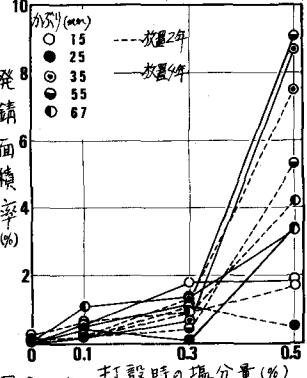


図-8 海岸放置RC柱の発錆面積率と塩分量との関係

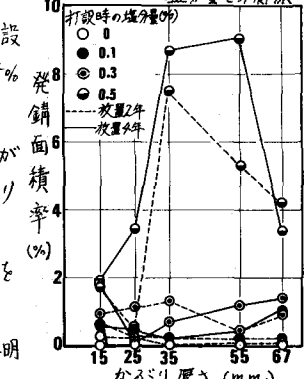


図-9 海岸放置RC柱の発錆面積率とのかぶり厚さの関係