

コンクリート中の鉄筋腐食のばらつきの要因

学籍番号 110328 氏名 新藤 隆文
高知工科大学工学部社会システム工学科

要旨:コンクリート中の鉄筋の腐食量を腐食面積と腐食質量とで計測した。練り混ぜ時に1.2kg/m³、2.2kg/m³、3.2kg/m³または4.2kg/m³と異なる量の塩化物イオンを加え、W/Cは60%、55%、50%または40%と変えてかぶり30mmに設定した16種類の供試体を作成し、塩化物イオンの添加量の違いや水セメント比の違いによる鉄筋の腐食速度への影響を明らかにした。しかし、腐食量に大きく影響したのはコンクリートの品質のばらつきであった。

Key Words :鉄筋腐食、塩化物イオン、腐食速度、塩化物イオン濃度

1. はじめに

設計時にはCl⁻は1.2kg/m³程度で鉄筋が腐食するものとされている。

しかし、腐食の要因は多種多様で酸素の供給、含水状態、塩化物イオン濃度、かぶりなどの要因によって変化するものである。そこで、本研究では練り混ぜ時に一定量の塩化物イオン量、1.2kg/m³、2.2kg/m³、3.2kg/m³または4.2kg/m³を加え、水セメント比も60%、55%、50%または40%で配合の影響によるコンクリート中の鉄筋腐食の要因を腐食面積率、腐食質量率または腐食平均深さから明らかにした。

2. 試験方法

2.1 供試体の作成

型枠は150mm×70mm×200mmになるように図-1の様に加工し製作。また、鉄筋は供試体につき3本配置する。鉄筋は異形鉄筋D19を使用しかぶりは30mmに設定した。

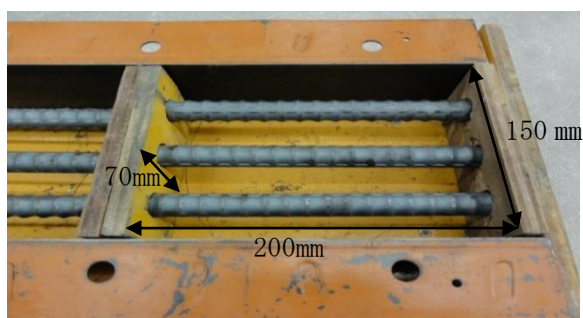


図-1 型枠と鉄筋の配置

養生期間中は週に一日、水中養生を行った。脱型を行いかぶり30mmに設定した面以外の5面を防水塗料で防水加工した。しかし、鉄筋の両端50mmにおいては水の侵入を省き、全長220mmのうち対象範囲は120mmとした。

塩化物イオンはセメント中添加した塩化ナトリウム以外には含まれていないことを確認した。その他にへの充填不慮を防ぐ為、粗骨材は粒径(5~15mm)のみを使用した。

コンクリートの配合は16種類とした(表-2)。

表-1 使用材料

	種類(密度)	Cl ⁻ (kg/m ³)
セメント	中庸熱ポルトランドセメント(3.21g/cm ³)	0.009
細骨材	石灰石細砂(2.68g/cm ³)	0.000
粗骨材	石灰石砕砂5~15mm(2.70g/cm ³)	0.000
塩化ナトリウム	NaCl(2.16g/cm ³)	—
AE減水剤	ボソリス 78S(1.08g/cm ³)	0.000
鉄筋	異形鉄筋D19	0.000

表-2 塩化物イオン量と水セメント比の組み合わせ

W/C(%)	塩化物イオン量(kg/m ³)			
	1.2	2.2	3.2	4.2
60	No.1	No.5	No.9	No.13
55	No.2	No.6	No.10	No.14
50	No.3	No.7	No.11	No.15
40	No.4	No.8	No.12	No.16

2.2 測定方法

打ち込みから4週間養生し、以後2週間ごとに2000kN圧縮試験機(島津製作所製)を使用し割裂後、鉄筋を取り出した。腐食面積は、鉄筋の腐食部分をパラフィン紙に写し、面積算出ソフトで算出した。腐食質量は、ミニルーターを使い腐食を削り取った重量減少量により算出をした。

3. 試験結果

3.1 既往の研究とのデータの比較

本実験の水セメント比50%、塩化物イオン4.2kg/m³(No.15)のデータと9年間の屋外暴露試験の水セメント比50%、4.4kg/m³のデータを比較し本実験の腐食が進行しているのかを腐食表面積率で比較を行った(図-2)。9年間の屋外暴露試験¹⁾は、本研究と違い中性化の促進を図りかぶり15mmまで中性化が進行している。直接の比較はできないが、本実験よりも腐食が進行していた。

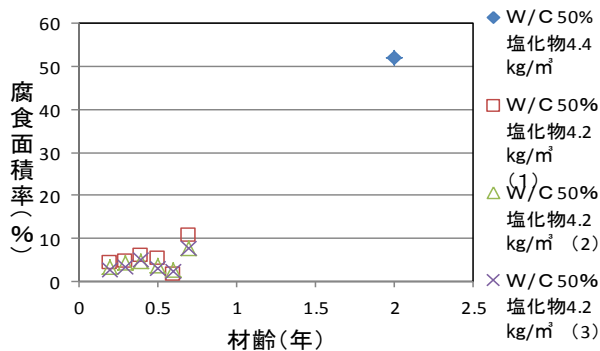


図-2 腐食面積率による比較

4. 検証

4.1 塩化物イオン量からの検証

3.1の結果から、要因として塩化物イオン量の減少が考えられたので、鉄筋を取り出した供試体から塩化物イオン量を測定したものを表-3に示す。

表-3 供試体の塩化物イオン量の実測値 (kg/m³)

No.	設定量 kg/m³	実測値 kg/m³	No.	設定値 kg/m³	実測値 kg/m³
1	1.2	1.7	9	3.2	4.5
2	1.2	2.4	10	3.2	3.7
3	1.2	1.5	11	3.2	3.8
4	1.2	1.4	12	3.2	3.3
5	2.2	2.8	13	4.2	5.1
6	2.2	2.4	14	4.2	4.1
7	2.2	2.7	15	4.2	6.1
8	2.2	3.3	16	4.2	5.1

供試体の塩化物イオン量は減少していない。ばらつきがあるのは、試料の採取時に、粗骨材を多く含んだ部分を除いたなどの理由が考えられる。

5. 腐食量のばらつきの要因

5.1 鉄筋の腐食面積率からの検証

No. 15の3本の鉄筋の腐食面積率を図-3に示す。全体的なばらつきはあるが、3本の鉄筋間のばらつきはほとんど見られなかった。

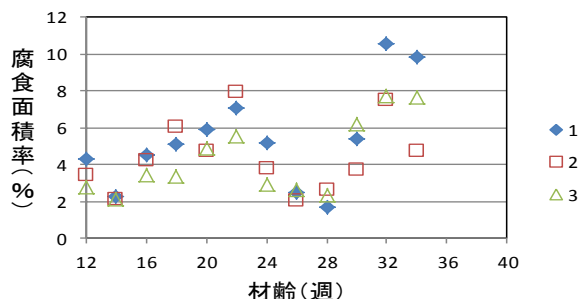


図-3 材齢と腐食面積率の関係

5.2 鉄筋の腐食質量率からの検証

No. 15の3本の鉄筋の腐食質量率を図-4に示す。腐食量の増加は見られない。4.2と同じく、鉄筋3本のばらつきも見られなかった。

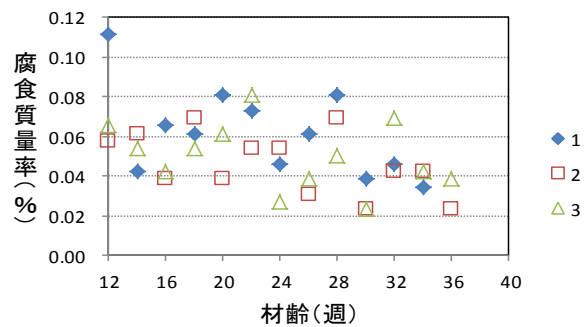


図-4 材齢と腐食質量率の関係

5.3 鉄筋の腐食深さからの検証

No. 15の3本の鉄筋の腐食質量率を図-5に示す。

5.1または5.2と同じく鉄筋3本のばらつきは見られなかった。

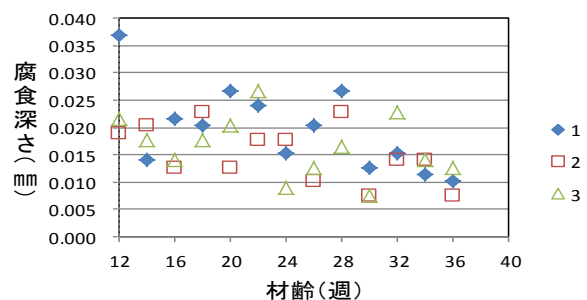


図-5 材齢と腐食深さの関係

5.4 まとめ

5.1、5.2、5.3より、腐食量のばらつきの要因は鉄筋の問題ではないと思われる。鉄筋3本間に発生した腐食は、鉄筋表面に気泡などの空隙が存在している場所であることを確認したからである。腐食面積率が縦にばらついているので、コンクリートの締固めなどが原因の可能性が高い。

6. 結論

- (1) 鉄筋の腐食は進行しなかったと言える。
- (2) 既往の研究と比較して明らかに腐食量が小さかった。腐食面積率、または腐食質量率から、中性化の影響が要因だと考えられる。
- (3) 塩化物イオンの溶出は確認できなかった。
- (4) 腐食のばらつきは、コンクリートの締固めなどが原因で可能性が高い。

参考文献

- (1) 笹淵優樹ほか: 塩化物を含んだコンクリート中の鉄筋腐食速度に関する暴露試験、コンクリート工学年次論文報告集、第20巻、第1号、1998
- (2) 腐食センターニュース No. 40
ーコンクリート構造物の環境劣化(2)ー鉄筋の腐食速度(1)