

京都大学 学生会員○野口真美 学生会員 玉井 譲
正会員 山本貴士 正会員 服部篤史 フェロー会員 宮川豊章

1.はじめに

鉄筋腐食の量（面積、減量）やその電気化学的モニタリング結果の測定位置による差には、種々の要因が考えられる。それらには、情報を得て要因として区別可能な環境や材料特性の違いもあるが、測定器・測定者の差や、同条件で均質と考えられる材料においても存在する不可避なばらつき（不確実性）の影響もある。

すなわち、鉄筋腐食の量やモニタリング結果＝劣化指標を、恣意性を含みうる安全率ではなく確率に基づいて特性値で評価し、判定材料とするには、要因と不確実性の両者を区別して考慮する必要がある。維持管理行為の実施とその計画策定（頻度、タイミングなど）、さらにはLCC算定においては、モニタリング結果に対するこの考慮が重要である。

2.実験概要

本研究では、前者に関し、長期のデータが比較的少ない高炉スラグ微粉末またはシリカフェームを用いた普通（SL：8±2cm）・高流動（SF：55±5cm）コンクリートに対し、鉄筋腐食の量との相関が予想される塩分浸透量を浸せき1年時に分析し、要因区別を行った（シリーズⅠ）。また後者に関し、これらの混和材および混入塩分を含む様な材料からなる部材（図1）における、位置的に同値が得られると考えられる鉄筋（D10、かぶり20mm）の自然電位・分極抵抗について、平均値の比較により要因区別を行うとともに、標準偏差の比較により平面的なばらつきを調査し、材料特性の位置的な不確実性の程度を検討した（シリーズⅡ）。

シリーズⅠでは、浸透方向に深さ10mm毎に切断し全塩分量の測定を行った。シリーズⅡでは、自然電位および分極抵抗は局所的な腐食状態が把握できるとされている2重対極を用いた交流インピーダンス装置により、側面の鉄筋直上で測定した。その測定位置を図1の●印（両側面で計12点）に示す。

3.実験結果および考察

3.1 塩分浸透量(シリーズⅠ)

図2に示すように、いずれの混和材を用いたものについても高流動コンクリートは普通コンクリートよりもほぼすべての深

表1 実験要因および測定項目

	シリーズⅠ	シリーズⅡ
供試体寸法(mm)	100×100×400・	100×100×1200
W/C(B)	55%	60%
混和材(置換率)	高炉スラグ微粉末(60%) シリカフェーム(10%)	
フレッシュ性状	普通、高流動	普通
混入塩分量(kg/m ³)	0	0、1.2、3.0
環境条件	浸せき(5%塩水)	20℃、60%RH
測定項目	全塩分量 (JCI-SC4に基づく)	自然電位、分極抵抗

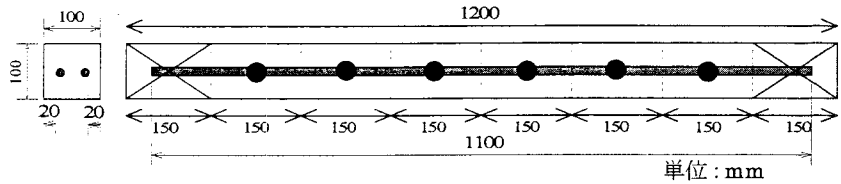
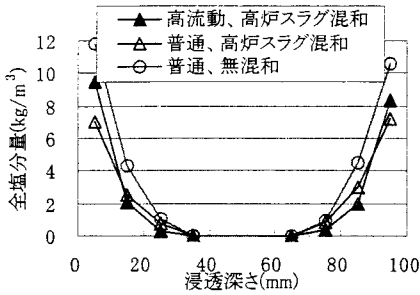
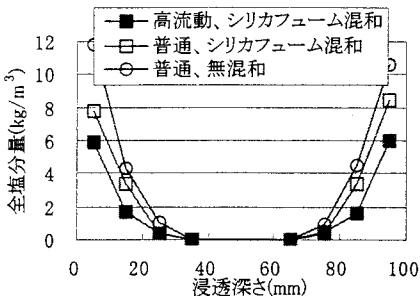


図1 供試体形状および測定位置（シリーズⅡ）



(a)高炉スラグ微粉末



(b)シリカフェーム

図2 全塩分量分布（浸せき1年）

さにおいて全塩分量が小さく、塩分の浸透を抑制している。高流動コンクリートとすることによって、粉体の分散により同一の水結合材比であっても細孔組織が緻密となったものと考えられる。また、混和材についてはシリカフェームの方が高炉スラグ微粉末を混和したコンクリートよりも各深さにおいて全塩分量は小さい。シリカフェームは高炉スラグ微粉末に比べて比表面積が大きく、マイクロファイラー効果およびポゾラン反応によって、硬化後の内部組織が高炉スラグ微粉末に比べてより緻密になったためと考えられる。

3.2 鉄筋の腐食モニタリングの分布(シリーズⅡ)

暴露 56 日における自然電位、分極抵抗の平均値と標準偏差を、混入塩分量に対しそれぞれ図 3、4 に示す。ここでは、鉄筋腐食と自然電位、分極抵抗は一意対応しているものとして考察した。

(1) 自然電位

図 3 に示すように、平均値については、混入塩分量が大きいほど卑な傾向となり、腐食傾向と推定される。混和材の影響については、混入塩分量が同一でも無混和、シリカフェーム混和、高炉スラグ微粉末混和の順に卑な傾向である。これは、既往の研究[1]と一致しており、高炉スラグ微粉末を用いると硬化過程で水酸化イオンを消費しているためにアルカリ分が低下し、バルク部において電気的な性状が異なったためと考えられる。一方、標準偏差については、混入塩分量が大きいほど同程度か小さくなる傾向となった。混入塩分量が大きいほど腐食が進行していると推定され、それに伴い腐食の量の位置差が小さくなったものと考えられる。

(2) 分極抵抗

図 4 に示すように平均値については、混入塩分量が大きいほど分極抵抗は小さく、自然電位と同様の傾向である。混和材の影響については、無混和と高炉スラグ微粉末を混和したものでは同程度であり、バルク部の差がキャンセルされたと考えられる。自然電位では腐食傾向を示し、分極抵抗では無混和と同程度を示している。したがって、高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの自然電位による腐食度の判定については実際の鉄筋の腐食状況との関係を検討することが必要である。一方、シリカフェームを用いたコンクリートの分極抵抗は大きく、鉄筋との界面の性質が改善されたと考えられる。また、標準偏差については、無混和では塩分量が大きいほど標準偏差が小さくなる傾向が見られるが、混和材を用いた場合はむしろ大きい。混入塩分量が大きいほど腐食が進行していると推定されるが、混和材の有無により傾向が異なっていた。この原因は定かではなく、分極抵抗についてはさらに腐食が進行した段階での検討が必要である

4. 結論

- (1) シリカフェームおよび高炉スラグ微粉末を用いることにより、混和材を用いない場合より塩分浸透を抑制する効果があり、高流動コンクリートとすることによって、さらなる抑制効果が得られる。
- (2) 自然電位では、混入塩分量が大きいほど標準偏差は同程度か小さくなり、腐食の位置差が小さくなった。

参考文献

[1] 中村士郎・小林孝一・宮川豊章・藤井学：高炉スラグ微粉末を用いた併用系高流動コンクリートの耐久性、土木学会第 51 回年次学術講演会、pp.714、1996

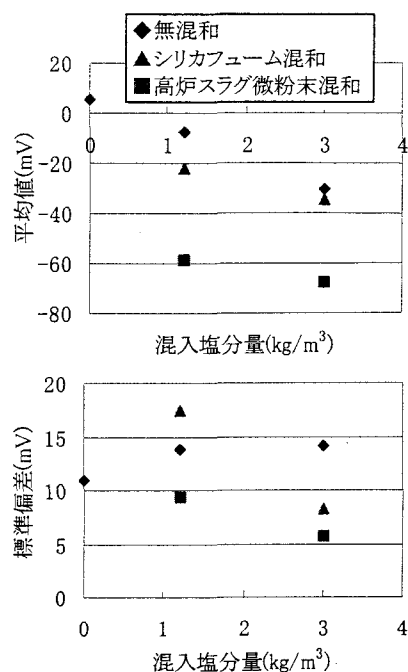


図 3 混入塩分量と自然電位の関係

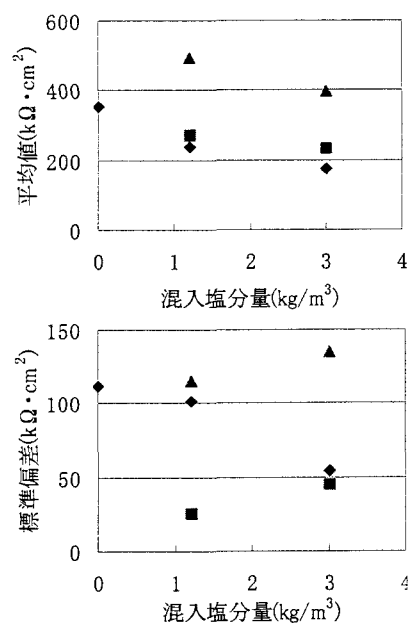


図 4 混入塩分量と分極抵抗の関係