

V-21

高炉スラグ微粉末混和コンクリートに生じるひび割れが鉄筋腐食に及ぼす影響

東北大学 正会員 ○ 岩城一郎
 東北大学 学生員 澤井洋介
 東北大学 青木馨士

1. はじめに

高炉スラグ微粉末を混和した高強度コンクリートは一般に組織が緻密で、遮塩性に優れているため、厳しい塩分環境下においても優れた鉄筋腐食抵抗性を示すと考えられている¹⁾。しかしながら、高炉スラグ微粉末を混和した高強度コンクリートは自己収縮が大きいことやひび割れ抵抗性が低いことが指摘されており²⁾、ひび割れから塩化物が浸入した場合、逆に鉄筋腐食を助長する危険性がある。そこで本研究では、このように鉄筋腐食に対して正と負の影響因子をもつ高炉スラグ微粉末混和と高強度コンクリートについて、自己収縮に起因するひび割れが発生した場合の塩分環境下における鉄筋腐食性状を検討することとした。

2. 研究概要

実験に使用したコンクリートの配合表を表-1に示す。BS87-25は高炉スラグ微粉末8000を置換率70%で混和した高強度コンクリートで、水結合材比は25%である。PI-25は高炉スラグ微粉末を混和しない

表-1 配合表

	粗骨材の 最大寸法 (mm)	水結合 材比 (%)	単位量(kg/m ³)					混和剤		
			水	セメント	高炉スラグ 微粉末	細骨材	粗骨材	SP	AE-1	AE-2
			W	C	BS	S	G	(kg/m ³)	(g/m ³)	(g/m ³)
BS87-25	20	25	165	198	465	459	1124	9.24	—	79.2
PI-25		25	165	660	0	468	1136	19.80	—	56.1
PI-50		50	165	330	0	749	1146	—	99.0	—

い水セメント比25%の高強度コンクリートである。さらに、PI-50は高炉スラグ微粉末を混和しない普通強度のコンクリート（水セメント比50%）である。供試体の形状は10cm×10cm×37.5cmの角柱供試体で、断面の中心部にD32の横フシ型異型鉄筋を埋設している（図-1参照）。供試体は、脱型後、食品用ラップフィルム及びビニール袋で密封し、材齢28日において各供試体のひび割れ状況を目視により観察した後、既往の文献³⁾を参考にし、塩分環境下における乾湿繰返し促進試験（1サイクル：3日間60℃でNaCl3%溶液に浸漬+4日間20℃で乾燥）を行った。促進試験21サイクル終了後、供試体を24時間赤インクに浸漬し、乾燥後、供試体を割裂して、ひび割れ部へのインクの浸透状況を確認するとともに、コンクリート中の各位置における塩化物イオン量（全塩分量）を測定した。また、内部の鉄筋をはつり出し、鉄筋表面に発生した腐食面積を測定した。尚、本稿に示す測定結果は、2本の供試体の平均値である（圧縮強度は3本の供試体の平均値）。

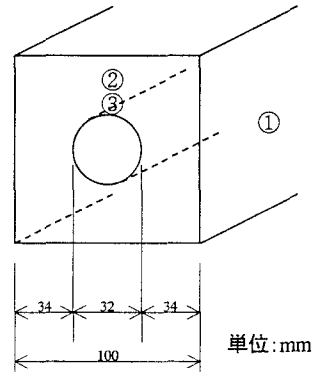


図-1 供試体断面図及び塩分含有量測定試験の試料採取位置

3. 実験結果及び考察

円柱供試体（φ10cm×20cm）により測定したBS87-25、PI-25、PI-50の28日圧縮強度は、それぞれ75.2MPa、93.8MPa、32.6MPaであった。各供試体のひび割れ状況を観察した結果、目視可能なひび割れが確認されたのはBS87-25だけであった。このひび割れは供試体中央部の打設面を貫通し両側面の下から1/3付近まで達している横ひび割れ（ひび割れ幅約0.05mm）であり、供試体の配合条件、養生条件、拘束条件から自己収縮に起

因したものであると判断される。促進試験21サイクル終了時において、各供試体の腐食状況を観察したところ、最も腐食していたのは普通強度のコンクリート（P1-50）であり、鉄筋のほぼ全長に渡り腐食が確認された。腐食面積率（鉄筋の腐食面積を鉄筋表面積で除して百分率で表した値）は48.5%と非常に高い値を示した。また、ひび割れの発生したBS87-25では、ひび割れ面及びひび割れと鉄筋が交差する鉄筋上面にインクの浸透した跡が認められ、塩分がひび割れを通して容易に鉄筋表面に達していたことがうかがえる。鉄筋表面のインクの着色面積は416mm²であった。しかしながら、鉄筋腐食はインクが浸透した部分に点食が見られる程度であり、腐食面積率は0.06%とP1-50に比べて非常に小さい値であった。一方、目視可能なひび割れが認められなかったP1-25では、インクの浸透、鉄筋腐食ともに確認されず、極めて良好な鉄筋腐食抵抗性を示していた。以上の結果より、本実験ではひび割れの有無よりも、水結合材比に起因する細孔組織の緻密性が鉄筋腐食に対して大きな影響を及ぼす結果となった。

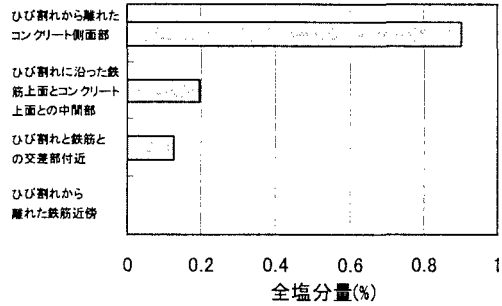


図-2 各位置における全塩分量測定結果

図-2にBS87-25の供試体中の各位置における塩化物イオン量測定結果を示す。図より、ひび割れから離れたコンクリート側面部（図-1中の①）においては、非常に高い塩分量を示していることがわかる。また、ひび割れ近傍の塩分量に着目すると、ひび割れに沿った鉄筋上面とコンクリート上面との中間部（図-1の断面をひび割れ面とみなしたときの②）、ひび割れと鉄筋との交差点付近③ではコンクリート表面部に比べ塩分量が少ないものの、依然比較的高い値を示している。ひび割れと鉄筋との交差点付近から採取した試料のコンクリート単位容積当たりの塩化物イオン量は約3.1kg/m³であり、この値はコンクリート標準示方書施工編⁹⁾に記述されている鋼材腐食発生限界濃度（1.2kg/m³）を大きく上回るものである。すなわち、ひび割れ部付近では鉄筋位置において塩分が高濃度で蓄積されているため、今後、さらに促進試験期間を延長するなどして、この種のコンクリートに発生するひび割れと鉄筋腐食との関係を調査していく必要があると思われる。一方、ひび割れから離れた鉄筋近傍から採取した試料中の塩分量は0であり、ひび割れ部以外のコンクリートでは極めて優れた遮塩性を示していることが確認された。

4. 結論

今回の研究範囲において、自己収縮に起因すると見られるひび割れが発生した高炉スラグ微粉末を混和した高強度コンクリートでは、ひび割れと鉄筋との交差点付近において比較的高い塩化物イオン量が測定されたが、腐食の程度は高炉スラグ微粉末を混和していない普通強度のコンクリートと比較し、明らかに小さいものであった。一方、ひび割れの発生していない高炉スラグ微粉末を混和していない高強度コンクリートでは極めて優れた鉄筋腐食抵抗性を示した。

【参考文献】

- 1) 高炉スラグ微粉末を用いたコンクリートの施工指針，土木学会，1996.
- 2) 半井健一郎，Surapong UTTAMA，岸利治，高炉スラグ微粉末混入モルタルの直接引張強度特性，コンクリート工学年次論文集，Vol.22，No.2，pp.505-510，2000.
- 3) 塚原絵万，魚本健人：ひび割れを有するコンクリート中の鉄筋腐食に関する基礎的研究，コンクリート工学論文集，Vol.11，No.1，pp.75-84，2000.
- 4) コンクリート標準示方書—耐久性照査型—〔施工編〕，土木学会，1999.