模擬ＰＣ桁の長期脱塩による塩分挙動

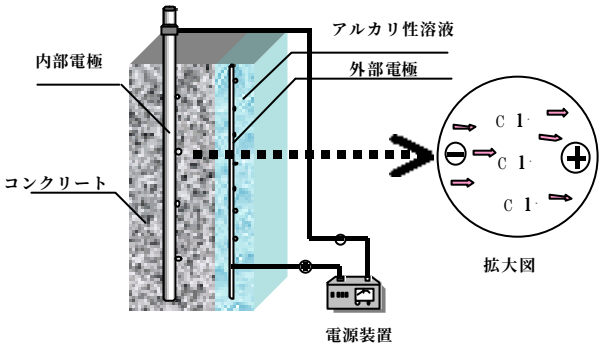
電気化学工業㈱	正会員	○原　与司人
長岡技術科学大学	フェロー	丸山　久一
（株）富士ピー・エス	正会員	徳光　卓
九州工業大学	正会員	日比野　誠
（株）デンカリノテック	正会員	松久保　博敬

１．はじめに

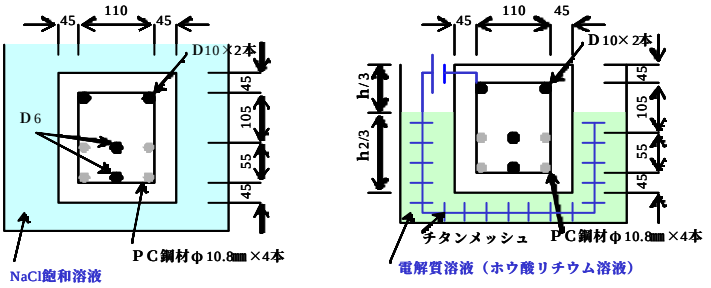
近年，コンクリート構造物の劣化が社会問題化し，コンクリート片の剥落防止対策が全国的に進められている．電気化学的脱塩工法（以下，脱塩工法）は，塩化物イオン含み塩害を起こしている，あるいは，起こす可能性があるコンクリート構造物に一時的に仮設材を設置し，仮設材と鋼材間に１～２ヶ月間，直流電流を通電することにより,コンクリート中に侵入した塩化物イオンをコンクリート外へ排出させる工法(図－1)である．本工法は鋼材の腐食に起因するコンクリート構造物の劣化の根本的対策と成り得る．脱塩工法は，2001 年度制定コンクリート標準示方書[維持管理編]〔1〕において，劣化の進展期，または，加速期前期で標準的に使用される工法とされている．脱塩工法の研究は多々報告されており，脱塩によってコンクリート中の塩化物イオン全てを大幅に低減できるが,塩化物イオンを全て取り除くことは難しいとされている〔2〕．本報告は，ＰＣ桁供試体を用い長期間の脱塩を行った場合に，塩化物イオンをどの程度まで除去出来るのかを確認するために行ったものである．

２．実験の概要

ＰＣ桁供試体による実験概要図を図－２に示す．供試体は□200×250×2700 ㎜の矩形とし，NaCl=1.7kg/m^3（Cl=1.0kg/m^3）を予め溶解混入した圧縮強度 50N/mm^2 のコンクリートを使用してプレテンションＰＣ梁を作製した．蒸気養生を施した後，プレストレスを導入し，ただちに飽和食塩水槽中に 28 日間浸漬させ,塩化物の促進浸透を行った．その後，電解質溶液（ホウ酸リチウム溶液）の入った水槽に桁高の 2/3 まで供試体を浸漬させ，脱塩を施した．通電は 2 回に分けて行い，1 回目をコンクリート面積当り約 0.7A/m^2 の電流密度で約 2 ヶ月間（4.4 日/週通電，2.6 日休止の間欠通電),その後 2 回目をコンクリート面積当り約 2.1A/ m^2 の電流密度で約 6 ヶ月間実施した（連続通電).供試体内の塩化物イオン濃度の測定は，脱塩前，1 回目の脱塩後及び 2 回目の脱塩後に全塩分及び可溶性塩分をそれぞれ JCI-SC4（電位差滴定）法に準じて測定した。塩分量の測定位置は供試体断面を 100 ㎜厚にスライスし，スライスした断面を更にメッシュ状に分割して各々測定した．



図－１　脱塩工法システム図



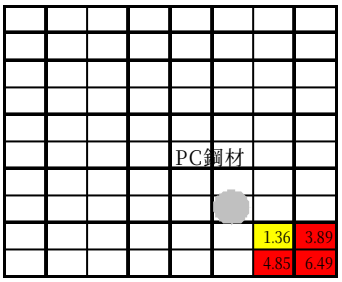
図－２　実験概要図

３．実験結果と考察

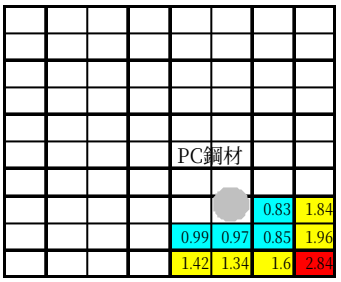
キーワード：脱塩工法，PC 桁，劣化，腐食，防食，耐久性

連絡先：東京都千代田区有楽町 1 丁目 4 番 1 号　電気化学工業㈱　TEL03-3507-5371　FAX03-3507-5085

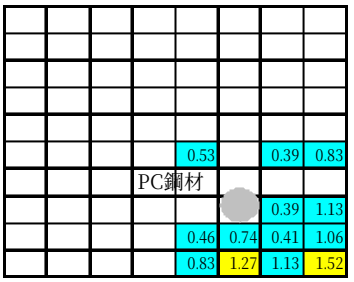
脱塩処理前，および，１回目の脱塩終了時，２回目の脱塩終了時の全塩化物イオン濃度の推移（単位：Cl[kg/m³]）を図－３，４，５に示す．



図－3　脱塩処理前の全塩分濃度

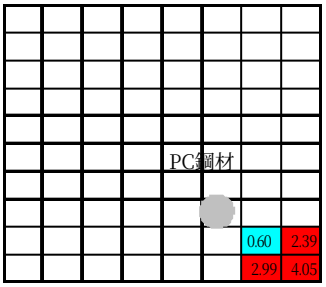


図－4　脱塩１回目完了後の全塩分濃度

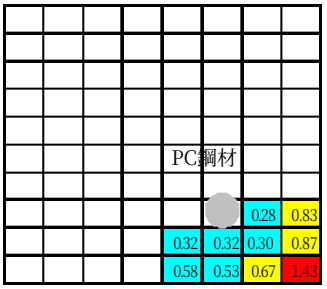


図－5　脱塩２回目完了後の全塩分濃度

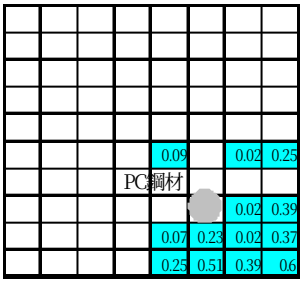
図中で，赤は 2.5 kg/m³ 以上，黄色は 1.2～2.5 kg/m³ の間，青は 1.2 kg/m³ 以下の塩分濃度を示す．脱塩前においては，初期の練り込み塩分１.0kg/m³ に対して，早い時期の飽和食塩水への浸漬によってＰＣより線の近傍まで塩化物イオンが浸透していることが認められる．全塩化物イオンの脱塩率は，１回目の脱塩率で 38～67%（平均 56%），2 回目の脱塩後で 69～75%（平均 75%）であった．これを脱塩率のばらつきで見ると，1 回目が 29%，2 回目が 6%となり，脱塩期間の増加に伴い脱塩率が平均化することが認められた．次に可溶性塩化物イオン濃度（５０℃の温水に溶け出す塩分）の推移を図－６，７，８に，脱塩前後の塩化物イオン濃度の変化を図－９に示す．図－６～図－８の色分けは、1.2 kg/m³ 及び 0.6 kg/m³ を境界とした．



図－6　脱塩処理前の可溶性塩分濃度

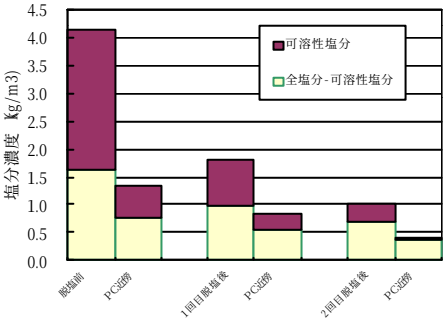


図－7　脱塩１回目完了後の可溶性塩分濃度



図－8　脱塩２回目完了後の可溶性塩分濃度

脱塩前後の全塩分に占める可溶性塩分比率は，脱塩前に 44～62%であったものが，1 回目の脱塩後には 33～50%，2 回目の脱塩後には 6～40%に低下した．特に，電流密度が大きなＰＣ鋼材近傍の可溶性塩分比率は 6%であったが，塩化物イオン濃度 0.023kg/m³ であり測定誤差等を考慮すると可溶性塩分はほぼ 100%脱塩されたものと考えられる．したがって，可溶性塩分は電流密度が大きいほど，通電期間が長いほど脱塩できるものと推察される．可溶性塩分の脱塩率は，1 回目が 50～78%（平均 67%），2 回目が 85～95%（平均 86%）であり，全塩分の脱塩率に比べて 11%良好な値であった．



図－9　脱塩前後の塩化物イオン濃度

４．まとめ

・脱塩を長期に行った場合には，脱塩率が平均化することが確認された．

・長期脱塩により，可溶性塩分（鉄筋の腐食に影響が大きいと思われる塩分）の脱塩率は，全塩分の脱塩率より１１%高いことが確認された．

・可溶性塩分は電流密度が大きいほど，通電期間が長いほど脱塩が可能であり，PC 鋼材近傍ではほぼ 100%脱塩が達成できた．

参考文献[1] コンクリート標準示方書[維持管理編] 土木学会，2001.1　[2] 例えば供用中のプレテンションＰＣ桁橋に対する電気化学的脱塩の適用：坂上悟・宮本正尊・吉田光秀・原与司人，土木学会第 57 回年次学術講演会，VI-124，pp.247-248，2002.9