強制的に腐食させた鉄筋コンクリート製ボックスカルバートの載荷実験

（財）電力中央研究所　正会員　○松尾豊史　松村卓郎
同　上　　正会員　　遠藤達巳　金津　努
中部電力（株）　　正会員　　橘　泰久

１．はじめに

合理的な性能設計体系を構築していくためには，経年劣化と構造性能の境界領域の問題および相互作用を明らかにしていくことが必要である[1)]．

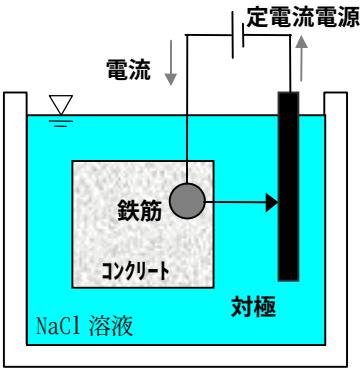
そこで，本報告は，塩害等により劣化した状況を再現して載荷試験を実施することにより，鉄筋腐食と構造性能との関係ついて検討したものである．

２．実験概要

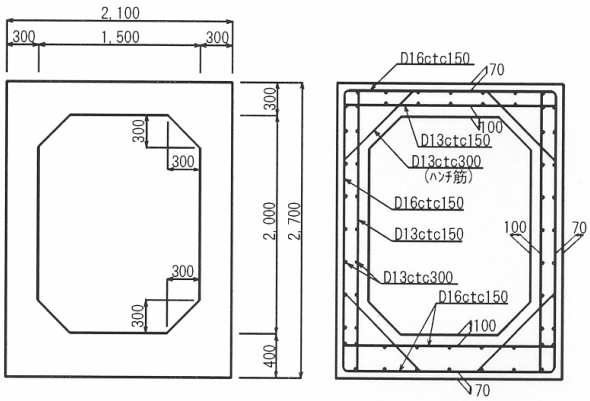
(1) 電食試験

本実験で用いた試験体は実際に13年間供用されてきた実物の鉄筋コンクリート製地中ボックスカルバートであるが，劣化はほとんど認められなかった[2)]．そこで，実際よりも厳しい環境に長期間さらされた劣化状況を再現するために，鉄筋を比較的短期間に効率よく腐食させることが出来る電食試験を実施した．電食試験の概念図を図－１に示す．電食試験は，試験体の内外面のみが3%NaCl溶液に接するような容器を作成し，鉄筋をプラス(＋)極，鋼製エキスパンドメタルをマイナス(－)極とし，直流電流20Ａ一定で，約16日間通電した．

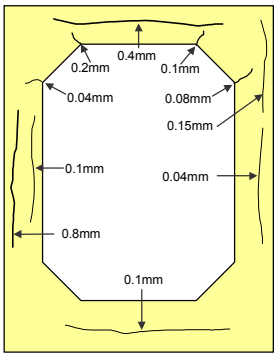
試験体の形状と配筋状態を図－２に示す．材料物性は，コンクリートの圧縮強度が 32(N/mm^2)，鉄筋(SD345)の降伏強度が380(N/mm^2)である．通電後の試験体のひび割れ状況を図－３に示す．ひび割れは，外側鉄筋にそって，多く発生し，最大ひび割れ幅は約0.8mmであった．鉄筋の腐食量は，『コンクリート構造物の腐食・防食に関する試験方法ならびに規準(案)』[3)]に準拠して計測した．載荷試験後に試験体を解体し，各部位ごとに長さ10cmの鉄筋を数本ずつ切り出し，約60℃の10%クエン酸二アンモニウム溶液に約３日間浸漬後，腐食生成物を除去して鉄筋の質量を測定し，電食していない鉄筋を同様に処理した後の質量との差を腐食量とした．腐食量は，表－１に示すように，各部でばらつきがあり，右側壁下部で最大 7.14%であり，全体の平均としては，約 4%程度の腐食量であった．



図－１　電食試験概略



図－２　試験体の寸法と配筋



図－３　通電後のひび割れ状況

表－１　腐食量の測定結果（単位 %）

	頂版	右側壁上部	右側壁下部	左側壁上部	左側壁下部	底版	平均
外側鉄筋	3.95	4.93	13.24	3.20	5.92	4.63	5.98
内側鉄筋	0.07	3.33	1.04	5.00	2.64	1.23	2.22
平均	2.01	4.13	7.14	4.10	4.28	2.93	4.10

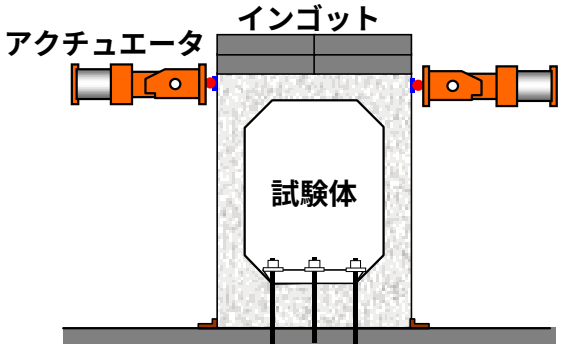
キーワード：鉄筋コンクリート，耐震性能，鉄筋腐食，正負交番載荷，電食試験
連絡先：〒270-1194　我孫子市我孫子1646　電話0471-82-1181　FAX0471-84-2941
〒461-8680　名古屋市東区東新町１番地　電話052-973-2254　FAX052-973-31

⑵ 載荷試験

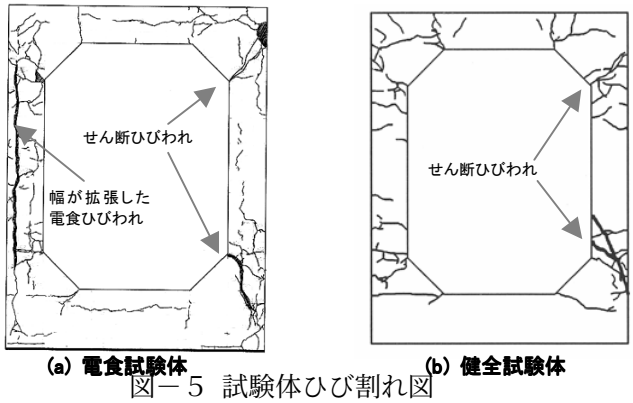
載荷方法の概略図を図－３に示した．実験では，地震時に地盤から与えられるせん断変形を想定して，試験体両側に設置された油圧アクチュエーター２台を用いて変位制御で正負交番載荷した．試験体上部には土被り厚さ1m の上載荷重を模擬してインゴットを載せた．底面は完全固定条件となるように，ＰＣ鋼棒で固定した．水平加力は交互に同一変位を正負２回づつ繰り返しながら順次漸増させていった．

３．実験結果と考察

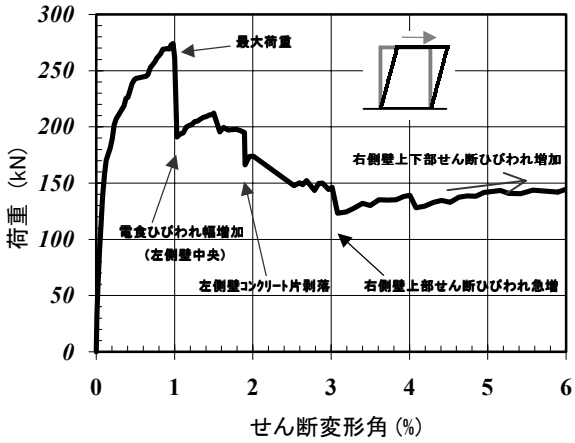
図－４に，電食により強制的に腐食させた試験体の荷重とせん断変形角関係の実験結果を示した．試験体はせん断変形角が約 1%に達した時に，耐力は 274(kN)で最大となり，繰り返し２回目のせん断変形角 1%時に，左側壁中央の電食によるひび割れ幅が急増して，耐力低下した．その後せん断変形角２%時に拡張した電食ひびわれ面がずれてコンクリート片が剥落した．最終的には右側壁上下部のせん断ひびわれが卓越する結果となった．図－５に電食試験体と電食させていない健全な試験体[2)]のひびわれ図の比較を示した．電食試験体のひび割れ状況は左右側壁でやや異なる結果となった．左側壁は，電食ひびわれが拡張して，かぶりコンクリート部が荷重分担しない状態になっていると考えられる．右側壁については，電食していない試験体と類似したひび割れ性状となった．図－６には電食試験体と健全試験体の荷重変位曲線の比較を示した．今回の腐食レベルにおいては，電食試験体は健全試験体に比べて耐力が約 30%程度低下し，最大荷重以降の耐力低下度合いも大きくなる結果となった．電食試験体の荷重変位曲線の履歴形状は健全試験体に比べてエネルギー吸収の少ない逆 S 字型になっており，鉄筋とコンクリートとの付着力がかなり低下していると考えられる．



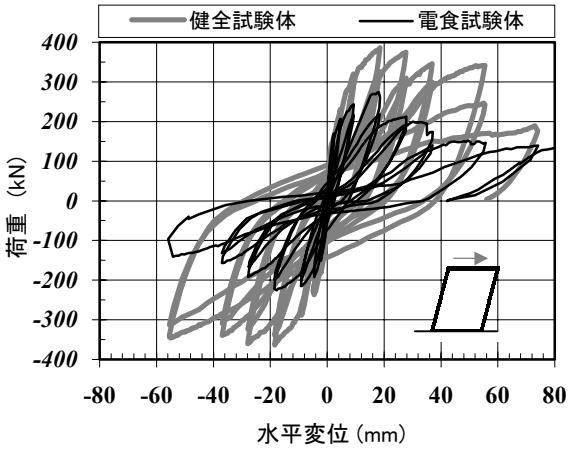
図－３ 載荷方法概略



図－５ 試験体ひび割れ図



図－４ 荷重-せん断変形角関係(電食試験体)



図－６ 荷重-変位曲線比較

３．おわりに

今後は，劣化の程度と構造性能の関係についてさらに詳細に検討し，劣化を考慮した鉄筋コンクリートの構造性能の評価手法を提案していきたい．

〔参考文献〕⑴土木学会・コンクリート委員会：コンクリート構造物の次世代設計法のゆくえ，全国大会研究討論会資料, 1997
⑵平松・橘・秋山・荒添：実際に使用されてきた地中構造物を用いた地震時の耐力・変形性能に関する載荷試験，第１回構造物の破壊過程に基づく地震防災向上に関するシンポジウム, pp.175-178, 2000
⑶日本コンクリート工学協会：コンクリート構造物の腐食・防食に関する試験方法ならびに規準(案)，1987