

鉄筋が腐食した RC 構造物の載荷実験とそのシミュレーション

東電設計（株）正会員 鬼東 俊一
 同上 正会員 瀬下 雄一
 同上 正会員 中川 貴之
 東京電力（株）正会員 堤 知明

1.はじめに

塩害等によりひび割れ等の損傷が発生した場合でも、耐荷性能が保持できれば補修時期を遅らせることができ、修繕費の低減が可能となる。そこで、本研究では、鉄筋を腐食させた梁供試体の載荷実験やそのシミュレーション解析を行い、損傷が発生した RC 構造物の耐荷性能についての検討を行った。

2.梁の載荷実験

2.1 実験の概要

図 1 に梁供試体の概要を示す。実験では、まず電食により引張鉄筋を腐食させた後に、載荷試験を実施した。実験パラメータと供試体の組合せを表 1 に示す。

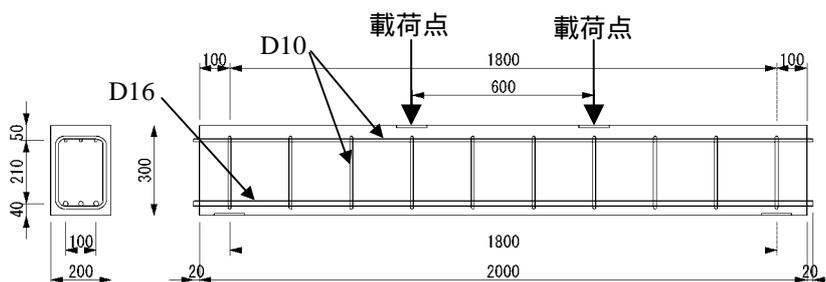


図 1 供試体の諸元(補強筋有)

表 1 供試体の仕様

供試体	補強筋の有無	積算電流量 (A・hr)
N00	せん断補強筋無	0
N05		72
N10		144
S00	せん断補強筋有	0
S10		144

表 2 電食による鉄筋重量の減少率

供試体	平均値(%)	標準偏差(%)
N05	8.10	1.61
N10	12.75	4.55
S10	9.01	1.55

2.2 電食による鉄筋の重量減少

電食による引張鉄筋の重量減少量を

表 2 に示す。電食による腐食と実環境における腐食の形態は必ずしも一致しないが、電食による鉄筋重量減少量から、筆者らが開発した、RC 構造物の維持管理支援システム¹⁾を用いて実環境における経過年数を計算すると、腐食開始後 20～35 年に相当する結果となった。

2.3 載荷実験結果

表 3 に載荷実験の結果の概要について示す。また、図 2 に N10 供試体の載荷試験後のひび割れ状況、図 3 に曲げ破壊型となった 3 供試体の荷重～変位関係を示す。

せん断補強筋のない N00, N05 供試体はせん断破壊、せん断補強筋のある S00, S10 供試体は曲げ破壊が支配的となっている。しかし、N10 供試体では、本来せん断破壊型であったものが、曲げ破壊型に破壊形態が移行している。これは、図 2 に示すひび割れ状況において、曲げひび割れ

の分散性が悪くなっていることから考察すると、腐食により鉄筋とコンクリートの付着性能が著しく劣化したために、コンクリートへ引張力が伝達されず、RC としての耐荷機構が失われたためであると考えられる。

また、図 3 に示す荷重～変位関係から、曲げ破壊型の供試体の場合には、鉄筋の腐食による重量減少率が大きくなるにしたがって、梁供試体の耐力も低下していることが分かる。なお、せん断破壊型の斜めひび割れ発生荷重は、N00 供試体で 150kN, N05 供試体で 135kN とほぼ同程度の荷重レベルとなっている。

キーワード 鉄筋腐食, RC はり, 破壊モード, 非線形解析

連絡先 〒110-0015 東京都台東区東上野 3 丁目 3 番 3 号 東電設計(株)技術開発本部 TEL 03-4464-5641

4. シミュレーション解析

4.1 解析条件

解析には、東京大学の前川らによって開発された2次元非線形有限要素解析プログラム WCOM-SJ(ver7.2)²⁾を用いた。

解析用物性値については、材料試験結果を参考に設定し、鉄筋の重量減少率については、断面減少率に換算し、引張鉄筋比に反映した。なお、付着性能の低下については、WCOMの構成則において、付着の影響を考慮するパラメータである軟化係数に反映した。具体的な値は、文献3)を参考に設定した。

4.2 解析結果と実験との比較

曲げ破壊型であるS10供試体に関する解析と実験の荷重～変位関係の比較を図4に示す。図に示すように、解析と実験とは非常によく一致しており、曲げ破壊型の場合には、鉄筋の重量減少量を鉄筋比、付着性能の低下を軟化係数として考慮することで、実験結果を精度良く再現できたが、今回の検討の範囲では、重量減少量の影響が大きく、付着性能の低下の影響は小さい結果であった。

また、せん断破壊型の場合でも実験と解析の斜めひび割れ発生時期はよく一致しているが、破壊形態に対してはコンクリート強度が支配的となることから、鉄筋腐食の影響は顕著とならない結果であった。

なお、破壊形態が移行したN10供試体に関しては、解析ではせん断破壊する結果となり、今回用いた方法では、破壊モードが移行する現象を解析的には再現することができなかった。

5. まとめ

今回の検討で、鉄筋の重量減少量は10%程度までであれば、鉄筋が腐食した梁の耐力は、腐食による鉄筋の減少量と付着性状の低下を考慮することで、残存耐力を精度よく評価できることが分かった。

参考文献

- 1) 中川貴之他：塩害劣化環境下にあるRC構造物の維持管理支援システムの開発，コンクリート工学，Vol.40, No3, 2002.3
- 2) 例えば，岡村甫，前川宏一：鉄筋コンクリートの非線形解析と構成則，技報堂出版，1991
- 3) 松尾豊史他：強制的に腐食させたRCボックスカルバートの荷重実験シミュレーション，コンクリート工学年次講演集，vol.24，2002

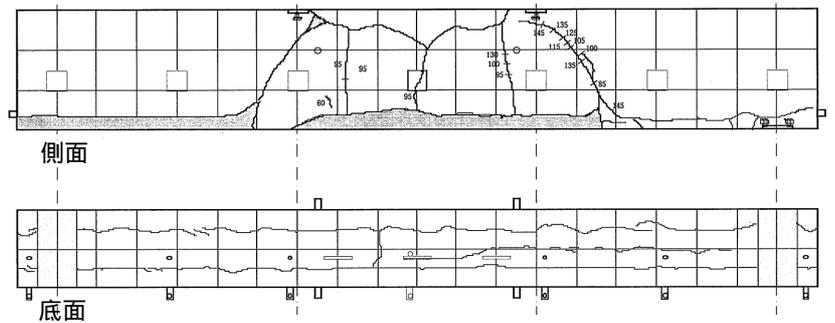


図2 荷重後のひび割れ状況(N10 供試体)

表3 荷重実験結果の概要

供試体	最大荷重(kN)	破壊モード
N00	159.7	斜め引張破壊
N05	160.5	斜め引張破壊
N10	205.4	曲げ破壊+付着破壊
S00	241.6	曲げ圧縮破壊
S10	222.7	曲げ圧縮破壊+付着破壊

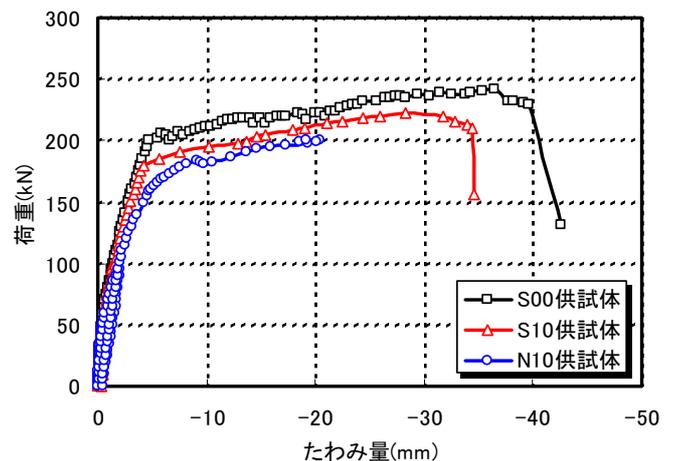


図3 実験結果としての荷重～変位関係

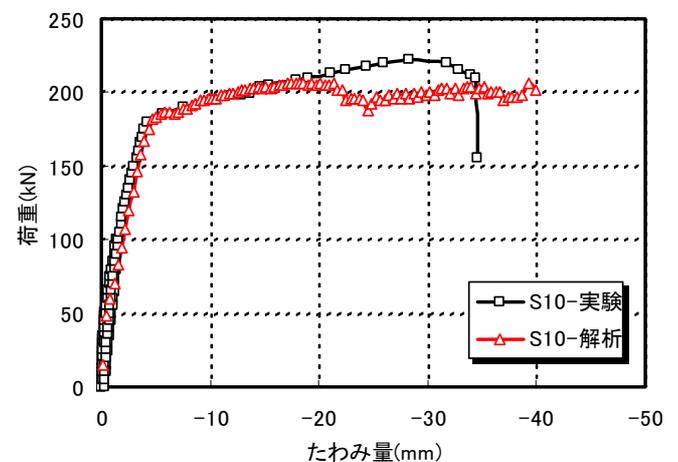


図4 実験と解析の荷重～変位関係の比較