

断面欠損した腐食鉄筋の修復工法の検討

○(株)環境総合テクノス
(株)環境総合テクノス
(株)環境総合テクノス
関西電力(株)
関西電力(株)

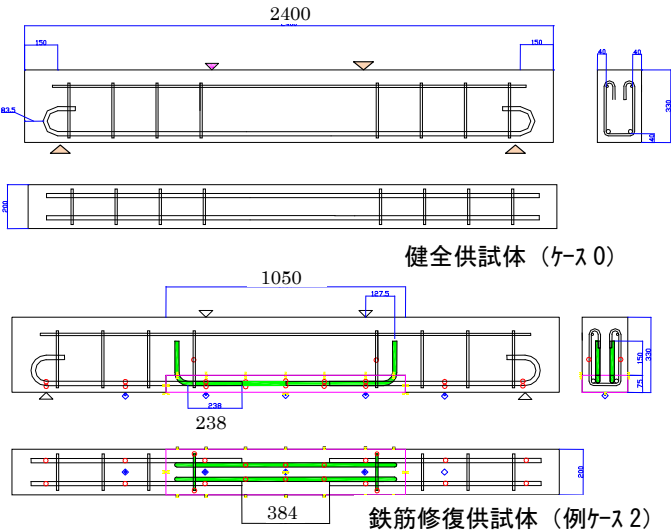
正員
青野健治
石井正博
鎌田光司
原口和靖
岩名大輔

1. はじめに

臨海地域に立地している鉄筋コンクリート構造物においては、塩害における劣化現象が懸念される。塩害による劣化は、塩化物イオンがコンクリート内部に浸透し、鉄筋の腐食を引き起こす。鉄筋の腐食が進むと、腐食による膨張現象により、コンクリート表面にひびわれが発生するとともに、鉄筋本来の性能域が次第に損失し、実質的な鉄筋量減少（断面減少）が生じるため、鉄筋コンクリート構造物全体の耐力に大きく影響する。このような箇所の補修方法としては、被りコンクリート部の劣化部をはつり取り、補修モルタルで充填するとともに、既存鉄筋が大きく断面減少した場合、あらたに鉄筋を添えて補強する方法がとられている。しかし、鉄筋を添える場合、既存鉄筋との重ね継手長は少なくとも 20φ 以上と規定されていることから、劣化部のみならず健全部も大きくはつり取りすることもあり、修復範囲が大きくなることが懸念される。そこで本報では継手長を 20φ 以下とした場合の鉄筋コンクリート構造物の耐力について検証した結果を報告するものである。

2. 実験方法について

実験では、鉄筋コンクリート梁部材において塩害による鉄筋腐食が進行した部材を想定し、供試体を作成した。供試体では、断面欠損による腐食を表現するため、引張鉄筋の中央部を切断したものを作成した。切断された引張鉄筋部にフック付の鉄筋を挿入し、静的曲げ載荷試験を実施し、修復供試体において健全供試体との破壊強度を比較した。実験供試体を図－1 に示す。鉄筋コンクリート梁供試体の引張鉄筋はD19、その他圧縮鉄筋やスターラップはいずれもD10 とした。また、スターラップは 200mm 間隔で設置し、曲げ破壊先行型として設計した。



図－1 実験供試体

3. 実験ケース

実験ケースを表－1 に示す。実験では、断面欠損している既存鉄筋近傍に新たに、フック付きの鉄筋を挿入した場合を想定した。ケース 1 は、2 点曲げ載荷のそれぞれ載荷点位置にフック付き鉄筋の直角フックが立ち上がっているケース、ケース 2 は、載荷点位置より支点側で、フック付き鉄筋を装着したケース、ケース 3 は、フック付鉄筋が載荷点間に装着したケースを示す。また、ケース 1-1 と 1-2 では、既存鉄筋の重ね継手長を変化させており、重ね継手長の大小による結果への影響についても検討した。

表－1 実験ケース

実験ケース	供試体概要図	実験概要	補修範囲
ケース0		健全な場合	—
ケース1-1		切断された既設鉄筋部分にコンクリート躯体に差込んだコの字型補強鉄筋を装着する。補強鉄筋と既設鉄筋は、結束線により結束する。	スパンの1/3
ケース1-2		同じ補強方法であるが、既設鉄筋と補強鉄筋との重ね長を変更したもの。	同上
ケース2		補強鉄筋の差込み位置を荷重点の外側に配置する。	スパンの1/2
ケース3		補強鉄筋の差込み位置を荷重点の内側に配置する。	同上

▼ 荷重点 ■ 補修範囲

キーワード 塩害 修復鉄筋 補強 補修 重ね継手長さ
連絡先 〒541-0052 大阪市中央区安土町1丁目3-5 (株)環境総合テクノス 土木部 TEL06-6263-7371

4. 実験結果

各実験ケースのスパン中央部における荷重－鉄筋歪曲線を図－2に示す。ケース0以外は、全て新たに挿入した鉄筋の歪を計測したものである。修復を行っていない健全な供試体における荷重－歪関係と修復した鉄筋とは、変形状況がほぼ同じ変化傾向を示している。各実験ケースでのひびわれ発生荷重と破壊荷重を表－2に示す。

曲げ耐力の設計値（141kN）を100%としたときの各ケースの曲げ耐力比と継手長を関係を図－3に示す。各ケースの破壊荷重は、継手長を119mm（20φの31%）とした場合は設計値の50～58%程度、238mm（20φの63%）とした場合は設計値の85～87%程度の耐力であった。

5. 考察

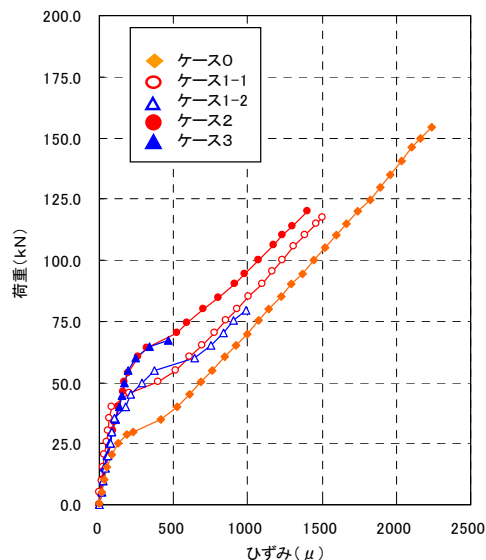
図－2より、修復供試体と健全な供試体は変化傾向が同じであることから、修復鉄筋は破壊状態に近づくまでは梁の引張応力のある程度負担できているものと推察される。

図－3に示す通り、継手長と曲げ耐力の関係は概ね比例関係を示す結果が得られ、継手長が60%程度確保できていれば、設計値の85%以上の比較的高い曲げ耐力が発揮される結果が得られた。しかし、図－4に示すとおり、実験の際にはフック位置にひび割れが発生しており、フックによる耐力低下への影響がなかったかどうか確認しておく必要がある。この他にも鉄筋かぶりなど試験体製作上の制約等が、今回の曲げ耐力の低下の割合に影響を与えていないかどうかについては、FEM解析による鉄筋の付着力の解析的な検討等を実施し、慎重に検証していく必要がある。

6. まとめ

結果のまとめを以下に示す。

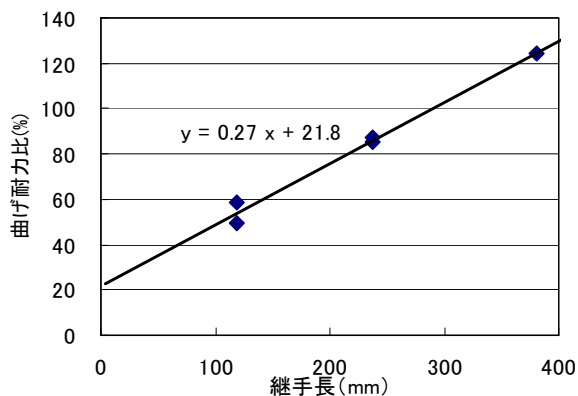
- ・修復供試体と健全な供試体は変化傾向が同じであることから、修復鉄筋は梁の引張応力を負担できているものと推察される。
- ・重ね継手長と曲げ耐力との関係は概ね比例関係にあり、継手長が20φの60%程度では設計値の80%以上の比較的高い曲げ耐力が得られた。
- ・今後は、FEM解析による鉄筋の付着力の解析的な検討等を行い、継手長と曲げ耐力低下の関係をより詳細に分析し、鉄筋の有効な補修方法について検討していきたい。



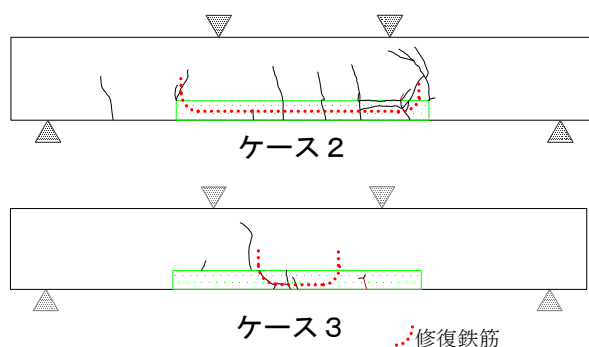
図－2 スパン中央における荷重－歪曲線

表－2 各実験ケースにおける実験結果

試験ケース	破壊荷重 (kN)	ひび割れ発生荷重 (kN)	継手長 (mm)	設計値に対する 曲げ耐力比(%)
ケース0	177.0	40.0	—	126
ケース1-1	120.0	40.0	238	85
ケース1-2	82.3	40.0	119	58
ケース2	123.2	50.0	238	87
ケース3	70.0	50.0	119	50



図－3 継手長と曲げ耐力比の関係
※ケース0は20φと仮定してプロット



図－4 修復供試体における破壊時のひび割れ発生状況