

論文の内容の要旨

論文題目

Computational Assessment for Structural Performance of Damaged Reinforced Concrete with Built-in Corrosive Cracking and Reinforcement Rupture

(和訳 腐食ひび割れと鉄筋破断を内在する鉄筋コンクリートの数値構造性能照査)

氏名 トゥーヌントーン、ククリット

本研究報告では、コンクリートの腐食ひび割れによってあらかじめ生じた損傷と、せん断挙動の力学的な相互作用についての検討を目的とした。予めひび割れを有する RC 梁の載荷実験を行い、損傷位置が梁のせん断挙動に与える影響について実験的に検討を行った。局所的な腐食ひび割れを RC 梁のスパン中央付近の圧縮および引張縁近傍に与えたところ、力学的な連関はみとめられなかった。せん断スパン内の支点付近や主鉄筋の定着領域にひび割れを導入した場合には、斜めせん断ひび割れが主筋定着領域の先行ひび割れとつながることが観察された。定着領域におけるひび割れが伸展した場合は明らかな耐力低下を引き起すが、定着破壊に至らない場合には同程度あるいはそれ以上の耐力を示した。最後に、せん断スパン全長にわたり、コンクリートおよびせん断補強筋に人工的な損傷を与えた RC 梁の実験を行った。これらの系統実験によって、鉄筋コンクリート梁において定着領域に損傷が存在した場合、深刻なせん断すべりを引き起こす可能性があることが明らかになった。

続いて、腐食ひび割れが構造物の性能に与える影響を評価するため、鉄筋周りの腐食生成物質とコンクリートの損傷を取り扱う複合力学モデルを構築した。腐食生成物とひび割れたコンクリートに関する複合力学モデルは、構造物におけるコンクリートの腐食ひび割れを統一の手法で計算できるように、非線形多方向固定ひび割れモデルを組み込んだ。本腐食モデルを反映させた RC 梁の構造解析を行い、構造物のせん断耐力とじん性に着目して実験結果と比較検討した。せん断または曲げ破壊を生じる RC 梁について、主として破壊モードおよび最大耐力の変化に着目した。その結果、解析的にも軸方向鉄筋の定着破壊が部材の耐力の顕著な低下を引き起こすことが示され、腐食した RC 梁において、腐食による先行ひび割れを考慮することは構造性能を評価する上で重要であることが示された。

また、せん断補強筋の破断に伴う鉄筋不良の影響についても本研究で検討を行った。ここでは、腐食やアルカリ骨材反応によって引き起こされるせん断補強筋の破断を模擬するため、コンクリートの打設前にあらかじめ曲げ加工部を切断した供試体を作成し、せん断補強筋破断の力学的な影響を実験的に検討した。引張鉄筋付近のせん断補強筋がすべて不完全な定着であった場合、せん断補強筋は降伏せず、せん断耐力の顕著な低下がみとめられた。せん断補強筋に破断を有する

場合と健全な場合とでは、破壊時の梁のひび割れパターンに特徴的な違いが確認された。せん断補強筋が破断している場合、破断箇所における定着不良によって軸方向ひび割れは破断部近傍の引張鉄筋に沿って進展することが確認された。この破壊過程を解析的に検討するため、非線形有限要素解析を行った。破断位置における定着劣化領域を破断鉄筋の直径の 10 倍と仮定したところ、実験結果を良好に追跡することができ、劣化した構造物の安全性能を評価する上でこの仮定が妥当性であることが示された。

最後に、鉄筋コンクリートの部材断面において腐食が引き起こすひび割れ及びその伸展に対して数値解析を試み、腐食生成物のひび割れ面の侵入の影響について検討を行った。腐食ひび割れの発生と伸展についての 2 次元非線形ひび割れ解析計算とともに、鉄筋の核と周囲の腐食生成物の連成は仮想的な複合体として力学的に取り扱った。かぶりが厚い、もしくは鉄筋径が小さいため腐食ひび割れが漸次伸展する場合には、腐食生成物である錆のひび割れへの侵入が顕著である。本研究では、この錆の形成と移動、ひび割れ伸展に関する複合システムを新たに提案した。RC 断面における腐食の促進実験から求められる、ひび割れが部材表面に到達する時のひび割れパターンと限界腐食率を本解析システムは良好に追跡でき、その妥当性は検証された。