

CS1-29〔V〕劣化コンクリート部材の破壊挙動の 数値解析に関する研究

北九州市役所 正員 ○窪田 敦
熊本大学工学部 正員 大津 政康

1. はじめに

最近になってコンクリート構造物の早期劣化や耐久性低下の事実が数多く報告されはじめ、社会的にも大きな反響を引き起こしている。これら耐久性問題の原因は、従来にはみられなかった多様な形式のコンクリート構造物が多数建設されたこと、またそれにもかかわらず、コンクリートの耐久性は半永久的であるとの観点から、設計・施工上では耐久性に関する適切な配慮の不足があり、また維持管理の重要性を軽視しすぎたことなどによることが大きい。しかし、これらのコンクリート構造物が我々の生活に密接に関連している以上、その機能を維持した管理することが必要であり、劣化したコンクリート構造物の解析に関する手法の開発は、維持管理へのニーズの増加にともなって非常に重要なテーマになっている。それゆえ、本研究は鉄筋コンクリートの性質をモデル化し、劣化した鉄筋コンクリートの破壊挙動の追跡を行い、挙動を力学的に解析することを目的としている。ここでは凍結融解作用によりコンクリートの劣化したRC部材および鉄筋腐食により劣化したRC部材について検討を行うことにする。

2. 実験概要

凍結融解試験に用いた供試体は、表-1の配合により高さ10cm×幅7.5cm×長さ40cmの角柱供試体を作製した。さらに、この供試体にはSD30D10の鉄筋1本をかぶり3cmで埋め込んだ。これを、1サイクル、4時間で+4℃~-17℃となる凍結融解試験装置に入れ供試体を人工的に劣化させた。

表-1 コンクリートの配合

W/C (%)	W (kg/cm ³)	C (kg/cm ³)	S (kg/cm ³)	G (kg/cm ³)	Air (%)
55	165	300	803	1037	5

鉄筋腐食試験に用いた供試体は、凍結融解試験の場合と同様に表-1の配合により高さ10cm×幅10cm×長さ40cmの角柱供試体を作製した。さらに、この供試体にはSD30D10の鉄筋1本をかぶり3cmで埋め込み、鉄筋に50mAの直接電流を流して腐食させる電食実験を行った。その後、それぞれの供試体について3等分載荷の曲げ試験を行い、同時に同じ材令における標準供試体(φ10×20cm)の一軸圧縮試験も行った。

3. 凍結融解により劣化したRC部材の検討

RC部材において鉄筋とコンクリートの付着が完全な場合、鉄筋とコンクリートという個々の材料から成る部材を均質な1つの材料としてマクロ的にとらえた鉄筋とコンクリートの複合要素¹⁾とすることが考えられる。図-1に解析モデルを示す。この図の影をつけた部分が鉄筋とコンクリートの複合要素と考えた部分である。複合要素の上部のコンクリート部は境界要素法を用いている。そして、節点9から成る要素の内部応力がコンクリートの引張強度に達するとコンクリートの剛性を減じる手法により解析を行った。

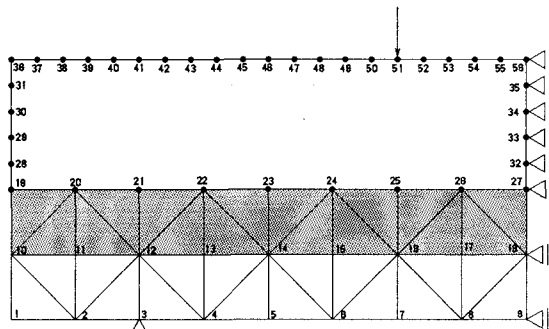


図-1 解析モデル(凍結融解)

図-1のモデルを用いて解析を行った結果の例として凍結融解を150サイクルうけた供試体の解析結果を実験値と比較したものを図-2に示す。この図を見ると荷重0~1500kgfでは実験値の方が解析値よりたわみが大きくなっている。また、荷重2000kgfを越えるあたりからは解析値の方が実験値よりたわみが大きくなっている。しかし、全体の挙動を見ると実験値は、理論曲線に沿っていると考えられる。つまり、この手法を用いることにより凍結融解により劣化したRC部材の破壊挙動を十分解析できることが示された。

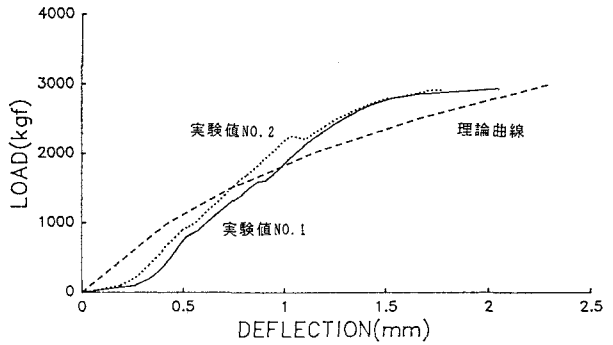


図-2 荷重-たわみ曲線 (150 cycles)

4. 鉄筋腐食により劣化したRC部材の検討

鉄筋とコンクリートの付着を表現するためにジョイント要素²⁾を用いた。また、引張軟化特性³⁾を用いてひびわれを考慮した。この解析モデルを図-3に示す。斜線を付けた部分が鉄筋を表している。点線で示した支点部はひびわれが進行した場合に解放することができる節点であるとした。そして、腐食による付着の低下をジョイントの剛性を変化させることにより表現した。

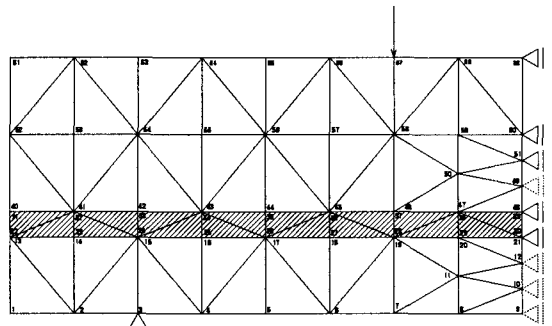


図-3 解析モデル (鉄筋腐食)

図-3のモデルを用いて解析を行った結果を図-4に示す。この図を見ると理論曲線はジョイントの剛性を変化させることにより荷重-たわみ曲線に違いがでておりジョイントの剛性を変化させることにより劣化が表現できることがわかる。今回の実験では鉄筋とコンクリートの付着に影響を及ぼすほど鉄筋が腐食していなかったため実験値と解析値の十分な検討がでないが、全体的な挙動としてはよく一致していると思われる。しかしながら、初期剛性に差がみられるなどまだ改良の必要があると思われる。

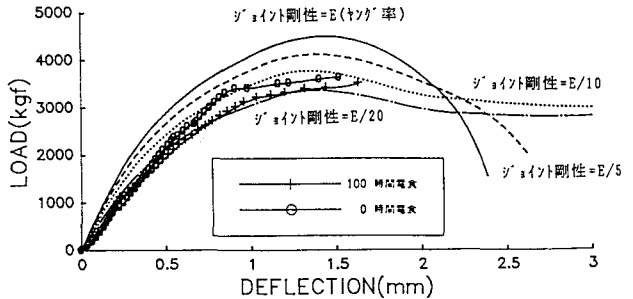


図-4 付着ひびわれを考慮した荷重-たわみ曲線

参考文献

- 1)池田尚治:” RCおよびPC構造物への有限要素法の合理的適用法に関する研究”,土木学会論文集,第414号,pp.137-143,1990.2
- 2)R.E.Goodman:” Methods of Geological Engineering in Discontinuous Rocks”,森北出版,1978
- 3)日本コンクリート工学協会:” コンクリート構造の破壊力学に関するコロキウム”,第1部:委員会報告,pp.36-72,1990