

V-139

コンクリート構造物の劣化診断に関する基礎研究

東京大学大学院 学生会員 伊代田 岳史

芝浦工業大学土木工学科 正会員 矢島 哲司

東京大学国際産学共同研究センター F会員 魚本 健人

1. はじめに

日本の経済成長も終わりを告げ、既設構造物をメンテナンスして使用することが必要不可欠となってきた。コンクリート構造物は様々な劣化原因により耐力低下するが、劣化レベルを定量的に把握し、いつ、どの構造物にメンテナンスを行うかを判定する必要がある。現在、劣化診断の多くは主に輪荷重等の物理的要因に着目しており、塩害等の化学的要因で検討している例はほとんどない。

そこで本研究では、劣化要因の中で化学的な要因に注目し、環境条件等から劣化原因を推定し、推定された劣化原因別に耐力計算をすることで劣化の進行を予測し、劣化レベルが判定できる統一的なシステムを構築することを目的とした。

2. 劣化診断支援システムの概要

本研究によって提案する劣化診断支援システムは、環境条件や目視検査から得られる情報をもとに、劣化原因を推定し、推定された劣化原因別に耐力計算による劣化予測を行い劣化レベルの判定ができる総合システムである。劣化原因推定システムではパターンマッチングにより劣化原因を推定し、劣化予測では推定された原因別に劣化予測曲線を取得する。また推定した劣化予測曲線を用いて各種原因との相互関係を考慮して劣化レベル判定を行う。

本研究はその第一段階として、劣化原因として最も多いと考えられる鉄筋腐食に関して、腐食因子の浸透から構造物の耐力低下までの劣化予測曲線を算出し、それを利用して劣化レベルを判定する手法の提案を行った。

3. 各種原因別劣化予測手法

3.1 解析手法

劣化原因推定システムにおいて推定した劣化原因をそれぞれ劣化の進行過程モデルを作成し解析的に検討¹⁾することによって劣化予測を行った。ここでは一例として中性化の劣化予測を行う。中性化の劣化進行過程モデルを図1のように想定する。これを用いてCO₂のコンクリート内への浸透から鉄筋腐食の発生、構造耐力低下までを経時的に求めた。

ステージIにおけるCO₂ガスの浸透では、中性化深さの予測式である魚本・高田式²⁾を用いて鉄筋下面が中性化するまでの日数を推定した。

鉄筋下面が中性化領域になったときステージIIに移行し鉄筋の腐食が開始すると考えた。ステージIIでの中性化による鉄筋腐食の進行は、森永

の中性化領域での鉄筋腐食速度の推定式³⁾を利用して算出した。この推定式では不働態皮膜破壊後の腐食進行要因である温度、湿度、酸素の濃度の影響を考慮している。推定式により算出された腐食速度を用いて単位時間あたりの腐食量を算出し、総腐食量を求めた。この総腐食量が森永の提案する腐食ひび割れ発生に必要な腐食量⁴⁾に達したときにひび割れが発生すると考えて腐食ひび割れ発生時期の算出を行った。ステージIIIでは腐食ひび割れ発生後の構造物耐力の算定を行った。腐食ひび割れ発生後はひび割れ部からの腐食因子の供給が過大になることから腐食速度を10.2mg/cm²/yearで一定⁵⁾とした。この手法により耐力計算を行った。

3.2 解析結果

解析には図2に示すような梁の断面を考えた。断面は40×80cmでかぶり5cm、主鉄筋と

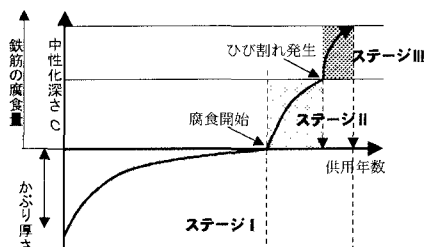
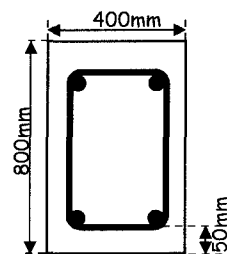
図1 中性化の劣化進行過程モデル²⁾

図2 梁の仮想断面

キーワード：劣化診断支援システム，劣化予測，劣化レベル，中性化，鉄筋腐食

連絡先：〒106-8558 東京都港区六本木7-22-1 東京大学生産技術研究所魚本研究室 Tel:03(3402)6231, Fax:03(3470)0759

して D13 を 4 本配筋している。この断面に対して個別に考えた塩害、中性化、凍害、化学的腐食の 4 種類の劣化を考え、耐力比を計算した結果を図 3 に示す。図より化学的腐食が最も早期に耐力低下することがわかる。また、腐食をおこす劣化原因である塩害、中性化が凍害よりも先行してくることがわかる。つまり構造物の形態によっては劣化原因として発生しやすい劣化が存在することが分かる。このことから発生しやすい劣化原因に対して注目して点検する必要があるといえる。また、図よりひび割れが発生した後の耐力は急激に低下していることがわかる。つまり、腐食が開始すると少量の耐力低下を起こすが、さほど大きく影響しないのに対し、ひび割れ発生後の耐力低下は著しいことがわかる。

4. 劣化レベル判定手法

構造物の劣化レベルを判定する最も簡易な方法は目視検査であることから、先ほどの耐力低下を利用することで腐食ひび割れによる劣化レベル判定のランク分けを図 4 に提案する。ここでは構造物として配力筋をもつスラブを考えた。腐食の開始時期は目視検査では判定できないのでコンクリート内で腐食した生成物である錆汁が表面に発生していることが認められたときをレベル II と考える。また、配力筋方向にひび割れが発生した時をレベル III とする。しかし、この配力筋のひび割れは非常に小さく実構造物においては認識するのは難しいのが現状である。また、軸方向のひび割れを認識できたとき以降をレベル IV とランク分けした。この手法によれば非常に簡易に構造物診断が可能である。

今後、本手法を実構造物レベルで適用するためには、腐食の問題だけでなく他の全ての劣化原因に関してこのような劣化レベルを構築する必要がある。また、耐力だけでなく第三者影響度や安全性、機能性等に関しても検討することでより幅の広い劣化診断が可能になると考える。

5. まとめ

本研究により得られた成果を以下にまとめる。

- ①様々な研究の成果を組み合わせることで、鉄筋コンクリート構造物の原因別劣化予測を体系的に評価できる手法の基本を構築できた。
- ②鉄筋腐食予測システムから新たな劣化レベルの判定手法を考え、より現実的な診断方法を考えることができた。

参考文献

- 1) 濱田宏, 丸山久一, 下村匠, 青山敏幸: 腐食性環境下における鉄筋コンクリート構造物の劣化予測モデル, コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 19, No. 1, pp. 811-816, 1997
- 2) 岸谷孝一, 西澤紀昭他編: コンクリート構造物の耐久性シリーズ 中性化 技報堂出版
- 3) 魚本健人, 高田良章: コンクリートの中性化速度に及ぼす影響, 土木学会論文集, No. 451/V-17, pp. 119-128, 1992.8
- 4) 森永繁: 鉄筋の腐食速度に基づいた鉄筋コンクリート建築物の寿命予測に関する研究, 東京大学博士論文
- 5) JCI: コンクリート構造物のリハビリテーション研究委員会報告書, 1998.10

謝辞: 本研究は行うに当たり、多くの助言をくださった魚本研究室の助手加藤佳孝先生、千葉工業大学大学院飯塚康弘氏をはじめとする研究室のみなさまに深く感謝致します。

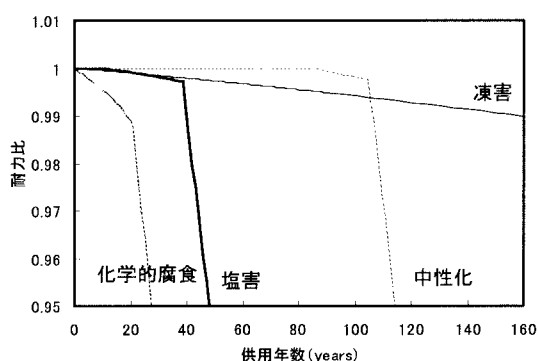


図 3 劣化原因別による耐力比算定結果

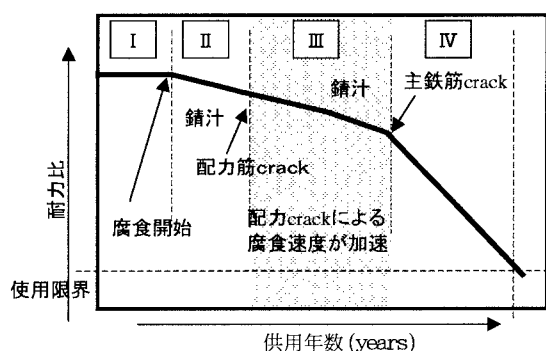


図 4 劣化レベル判定手法