

## 腐食した RC 梁の定量的耐荷性能評価に関する基礎的研究

愛知工業大学大学院 学生会員 ○近藤 鍊真  
 愛知工業大学 正会員 宗本 理  
 愛知工業大学 正会員 鈴木 森晶

## 1. はじめに

近年，土木構造物を合理的に維持管理していくことは自然災害の多いわが国では重要課題の1つである．鉄筋の腐食を有した RC 構造に地震動などの外力が作用した場合，コンクリートの剥落が生じた事例も過去に散見される．そのため，劣化した RC 構造の現有性能を定量的に把握し，コンクリートの剥落危険性を適切に予測することが重要である．RC 梁を対象とした既往の研究では，腐食による鉄筋の断面欠損や鉄筋とコンクリート間の付着性能の低下を適切に考慮することが一般的であり，有用な研究事例が多く挙げられる．一方で，上記の項目以外に鉄筋の腐食による膨張圧がコンクリートに与える影響も考慮した RC 梁の定量的耐荷性能評価に関しては検討の余地が残されている．そこで，本研究では鉄筋の腐食による膨張圧がコンクリートに与える影響に着目し，鉄筋の腐食膨張圧が RC 梁の耐荷性能に与える影響について解析的検討を実施する．

## 2. ひび割れを考慮した RC 梁の解析

## 2.1 解析手順

本解析の解析フローを図-1に示す．本解析では初めに鉄筋要素の妥当性の検討を行い，既往の解析で行われてきた鉄筋の有効断面積の減少や鉄筋とコンクリート間の付着強度の低下に加え，鉄筋の腐食による膨張圧を模擬した強制変位を作用させた上で，その状態を引き継いで外力を作用させた解析を実施する．

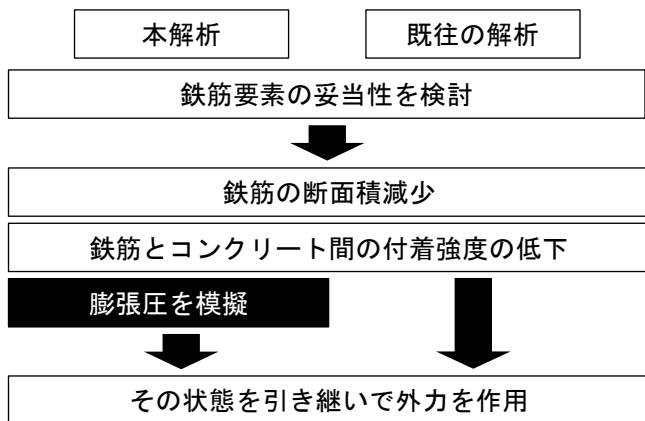


図-1 解析フロー

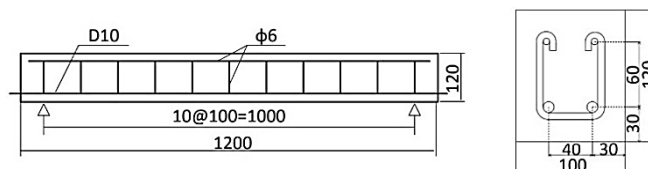


図-2 RC 梁試験体の寸法および配筋図（単位：mm）

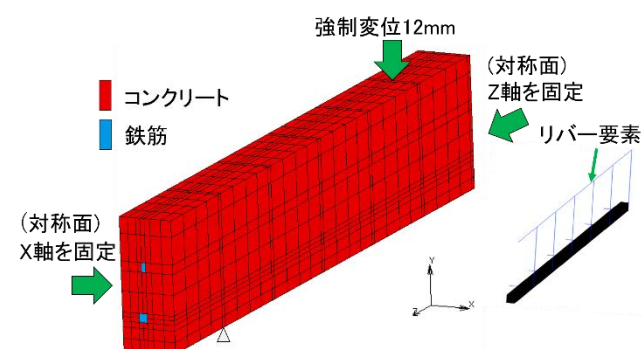


図-3 解析モデル（1/4モデル）

## 2.2 解析対象

玉井らの実験<sup>1)</sup>で用いられた RC 梁供試体を対象に解析を行う．供試体概要を図-2に示す．供試体寸法は幅 1200mm，高さ 120mm，奥行き 100mm である．引張鉄筋に異形鉄筋 D10 を，補強筋と圧縮鉄筋に丸鋼 φ6 を用いる．鉄筋の腐食率は，それぞれ 0%，6.13%，11.71% のものを表現する．

## 2.3 解析概要

本研究で用いた解析モデルを図-3に示す．解析モデルは対称性を考慮して 1/4 モデルで作成する．事前解析より，コンクリートと引張鉄筋はソリッド要素，補強筋および圧縮鉄筋はリバー要素で解析を実施した．また，引張鉄筋とコンクリート間を接着接触させることで付着を表現する．腐食率（0%，6.13%，11.71%を表現）によって鉄筋の断面積を変化させ，それぞれ腐食膨張圧を与える場合と与えない場合を表現する．材料特性は実験で用いられたものを用いた．表-1に解析で用いた材料定数を示す．载荷は中心から 100mm を载荷点とし，下向きに強制変位 12mm を与えた．

キーワード 腐食，膨張圧，RC 梁，FEM

連絡先 〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247 愛知工業大学 TEL (0565)48-8121

表-1 材料定数

材料	物理量	単位	数値
コンクリート	弾性係数	N/mm <sup>2</sup>	28700
	ポアソン比	-	0.2
	降伏応力	N/mm <sup>2</sup>	30.2
鉄筋	弾性係数	N/mm <sup>2</sup>	200000
	ポアソン比	-	0.3
	降伏応力	N/mm <sup>2</sup>	340

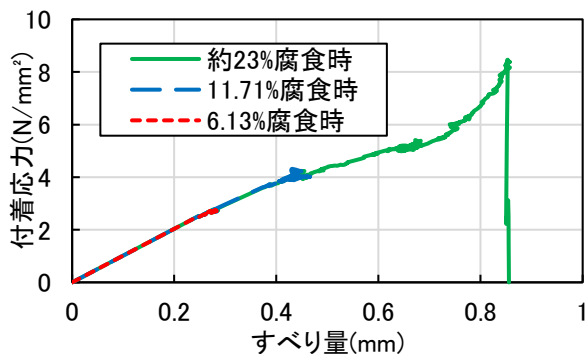


図-4 付着応力-すべり量関係

鉄筋腐食による断面積減少については足助ら<sup>2)</sup>が提案した式を用い、腐食膨張については玉井ら<sup>3)</sup>が提案した式を用いて腐食率から膨張圧を算定し、コンクリート内径の膨張変位を求める。

### 2.3 付着特性

コンクリートに膨張圧を模擬した強制変位を与えた際の付着応力-すべり量関係を図-4に示す。腐食率が高くなるにつれて、付着応力が大きくなっていることから腐食が進行するほど鉄筋とコンクリート間にずれが生じるが可能性が高いことがわかる。この応力状態を引き継ぐことによって付着の低下および、コンクリートのひび割れを表現する。

### 3. 解析結果

解析結果の一例として、腐食率6.13%の時の本解析結果と実験結果の比較を図-5に示す。降伏点荷重は実験値では約21.0kN、膨張圧なしでは約23.1kN、膨張圧ありでは約21.6kNとなった。膨張圧を考慮したモデルの方が実現象でも見られるような降伏点荷重の低下が見られ、腐食膨張による影響を考慮することでより実験に近い傾向を表現可能であることが確認できた。

腐食率6.13%と11.71%の破壊性状を図-6に示す。破壊エネルギーと引張強度より算出した引張限界ひずみよりひび割れ領域を灰色で示す。膨張圧の影響を考慮したモデルは腐食率が高くなるにつれ、ひび割れ領域が狭くなり、ひび割れ幅の大きなひび割れが集中して発生するという知見通りの結果となることが確認できた。

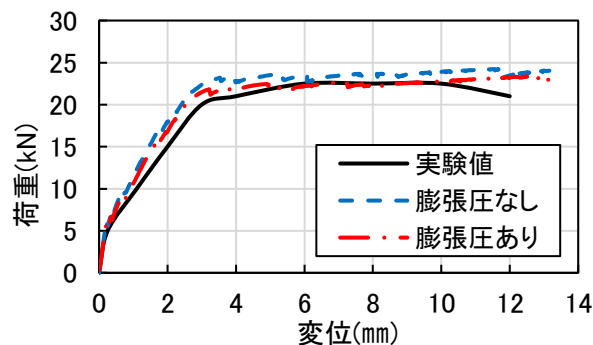


図-5 荷重-変位関係 (6.13%)

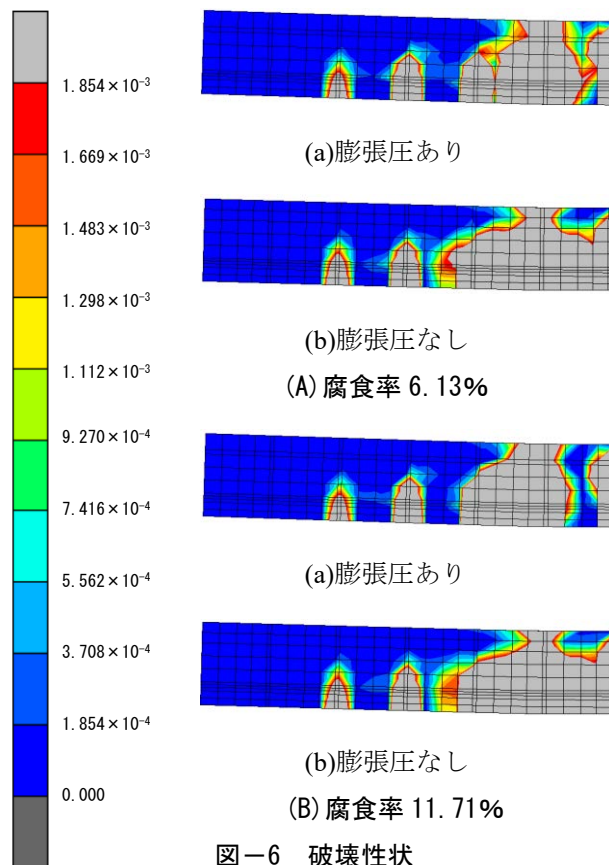


図-6 破壊性状

### 4. おわりに

本研究では、鉄筋の腐食膨張圧がRC梁に与える影響について解析を実施した。その結果、鉄筋の腐食による膨張圧を考慮することで実現象を解析で良好に評価可能であることが確認できた。

### 参考文献

- 1) 玉井宏樹, 桑原功旺, 園田佳巨: 鉄筋腐食により劣化したRC梁部材の曲げ耐荷性能および耐衝撃性能に関する基礎的研究, 構造工学論文集 Vol. 63A, 2017年3月, pp. 1224-1236
- 2) 足助美岐子, 大下英吉, 鈴木修一, 堤知明: 鉄筋腐食率に基づく腐食ひび割れ幅推定手法に関する研究, 第38回土木学会関東支部技術研究発表会
- 3) 玉井宏樹, 桑原功旺, 園田佳巨: 鉄筋の腐食程度が腐食膨張圧やひび割れ発生に及ぼす影響に関する一考察, 土木構造・材料論文集, 第32号, 2016年12月