

小型模型による鉄筋腐食の生じた RC はりにおける力学挙動の再現性

弘前大学 正会員 ○上原子 晶久

弘前大学 高橋 阜

弘前大学 佐々木 柊也

1. はじめに

著者らは、塩害劣化により損傷した橋梁の残存耐力を有限要素解析により予測する研究¹⁾を行ってきた。そこで課題となったのは、解析において実際の力学的な挙動を再現しているかを検証できないことであった。そのことを解決するため、図-1のような研究を行うことを着想した。既往の研究²⁾では、図-1の Step 1 の検討を行っており、最適な配合や使用材料を見出すことができた。本稿は、図-1 における Step 2 の検討を行い、鉄筋腐食が生じた小型の RC はりが腐食後の中型はりが示す力学挙動を再現できるかについて検討を行ったので報告する。

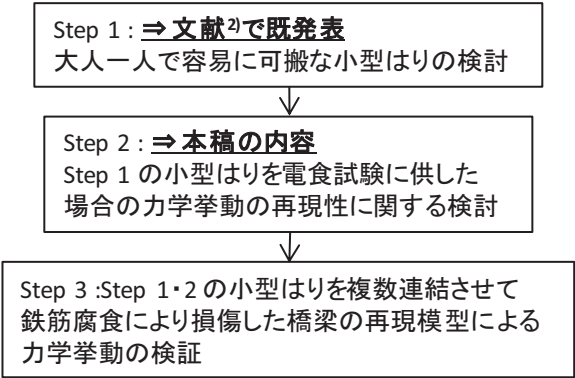


図-1 研究の全体計画

2. はりの概要

本稿では、図-2 のように 2 種類のはりを作製した。一方は、通常の鉄筋コンクリートはりで本稿では中型はりと称している。もう一方は、中型はりを 1/2 にスケールダウンした小型はりである。小型はりでは、スターラップを挿入するのは困難なので、境らの研究²⁾を参照して短繊維材を混入した繊維補強モルタルを利用した。

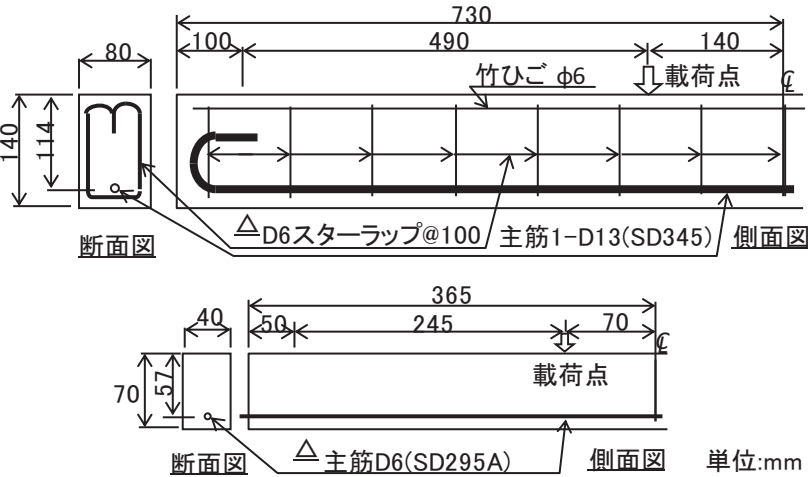


図-2 試験体の概要(上: 中型はり 下: 小型はり)

3. 使用材料と実験のパラメータ

表-1 に中型はりに使用したコンクリートの配合、表-2 に小型はりに使用した繊維補強モルタルの配合をそれぞれ示す。本実験では、表-3 に示すような短繊維を使用した。小型はりの主筋径は、中型はりの鉄筋比(1.38%)と同等になるようにした。

試験体の一覧を表-4 に示す。本実験のパラメータは、小型はりにおける繊維混入率($V_f=1.0\% \cdot 1.5\%$)と主筋の腐食量($0\% \cdot 15\% \cdot 30\%$)である。それぞれを組み合わせることで 8 体の試験体を作製した。繊維補強モルタルは、早強セメントと標準砂(セメント協会)を使用して作製した。中型はりは普通セメントを使用した 2 体を作製した。

4. 試験方法

鉄筋腐食を再現するため、電食試験により中型・小型はりの主鉄筋に腐食を与えた。試験方法は、既往の文献⁴⁾に従った。中型はりでは 0.65A、小型はりでは 0.30A の定電流でそれぞれ電食試験を行った。なお、目標腐食量

表-1 コンクリートの配合

水セメント比 (%)	単位量 (kg/m ³)				
	水	セメント	細骨材	粗骨材	AE剤
60.4	148	245	747	1187	0.0223

表-2 繊維補強モルタルの配合

繊維混入率 V_f	単位量(kg/m ³)			
	水	セメント	標準砂	繊維
1.0	496.7	1044	417.5	9.8
1.5	462.7	1028	411.2	14.7

キーワード 鉄筋腐食, 小型はり, 中型はり, 繊維補強モルタル, 再現性

連絡先 〒036-8561 青森県弘前市文京町 3 番地 弘前大学 大学院理工学研究科 TEL 0172-39-3620

に合わせて通電時間を計算して、所定の時間に渡り通電した。

電食試験終了後、図-2に示したように、2点に集中荷重を加え、単純支持で曲げ載荷試験を行った。計測項目は、荷重と中央変位の2項目である。それぞれをロードセル、並びに変位計で計測してデータロガーでデータを収集した。載荷試験終了後、鉄筋腐食の生じたRCはりについては、鉄筋を削りだした。その後、重量を計測して実測の腐食量を計測した。

5. 実験結果

表-5に小型はりに使用した繊維補強モルタルの圧縮・割裂引張強度をそれぞれ示す。周知の通り、繊維混入率が大きくなるほど、強度が増加していることがわかる。参考までに、中型はりに使用したコンクリートの圧縮強度は 38.6N/mm^2 であった。

図-3に曲げ載荷試験の結果である曲げ応力と中央変位/スパン長との関係を示す。中型はりと小型はりの寸法が異なるので、荷重については有効断面積、中央変位についてはスパン長で基準化して同一図面で比較することを試みた。なお、図-3に示した曲げ応力と中央変位/スパン長との関係は、腐食量(0%(基準)・15%・30%)ごとにプロットしている。なお、中型はりでは、目標腐食量が30%相当の試験を諸事情により行っていない。この図より、腐食の生じていない基準試験体において、小型はりの繊維混入率が1.0%であれば、中型はりの力学挙動を概ね再現することに成功している。しかし、腐食が生じた場合には、特に繊維混入率が1.0%の場合において中型はりと小型はりとの対応が悪い。これは、小型はりにおける実測腐食量が表-4の通り目標腐食量を大きく下回っていることが原因である。繊維混入率が1.5%の場合では、腐食量の実測値が目標値に近いので、曲げ応力の最大値が中型はりのそれに近づく傾向にある。

今後は、以上のような検討の結果を活かして、図-1に示したStep 3の検討を進める予定である。

謝辞

本研究は、日本学術振興会 科学研究費補助金(課題番号15K06160)の助成を受けた。短繊維材に関しては、株式会社クラレより提供を受けた。末尾ながら、ここに記して各位に深く感謝する。

参考文献 1) 上原子 晶久ほか：著しい塩害を受けて劣化した道路橋 PC 上部工の鋼材腐食を考慮した構造解析，土木学会論文集 E2 (材料・コンクリート構造)，vol. 67, No. 3, pp. 333-350, 2011 2) 上原子 晶久ほか：小型模型を利用した鉄筋コンクリートはりにおける力学挙動の再現性に関する研究，平成 28 年度土木学会東北支部技術研究発表会概要集，V-20 3) 境 有紀ほか：超縮小模型を用いた鉄筋コンクリート構造の簡易振動実験手法の開発ー超小型模型による鉄筋コンクリート造の復元力特性の再現性ー，日本建築学会構造系論文集，第 584 号，147-152, 2004 4) 土木学会：続・材料劣化が生じたコンクリート構造物の構造性能，コンクリート技術シリーズ No. 85, 2008。

表-3 短繊維の機械的性質

直径 (μ)	標準長 (mm)	引張強度 (MPa)	切断伸度 (%)	ヤング率 (GPa)
40	12	1560	6.5	41

表-4 試験体一覧

試験体名称	混入率 V_f (%)	目標 腐食量(%)	実測 腐食量(%)
中型基準	0	0	-
中型腐食15%	0	15	20.0
小型基準1.0%	1.0	0	-
小型基準1.5%	1.5	0	-
小型1.0%腐食15%	1.0	15	9.3
小型1.5%腐食15%	1.5	15	23.1
小型1.0%腐食30%	1.0	30	14.3
小型1.5%腐食30%	1.5	30	40.3

表-5 繊維補強モルタルの強度

繊維 混入率 V_f	強度(N/mm^2)	
	圧縮	割裂引張
1.0	34.9	3.94
1.5	38.5	4.98

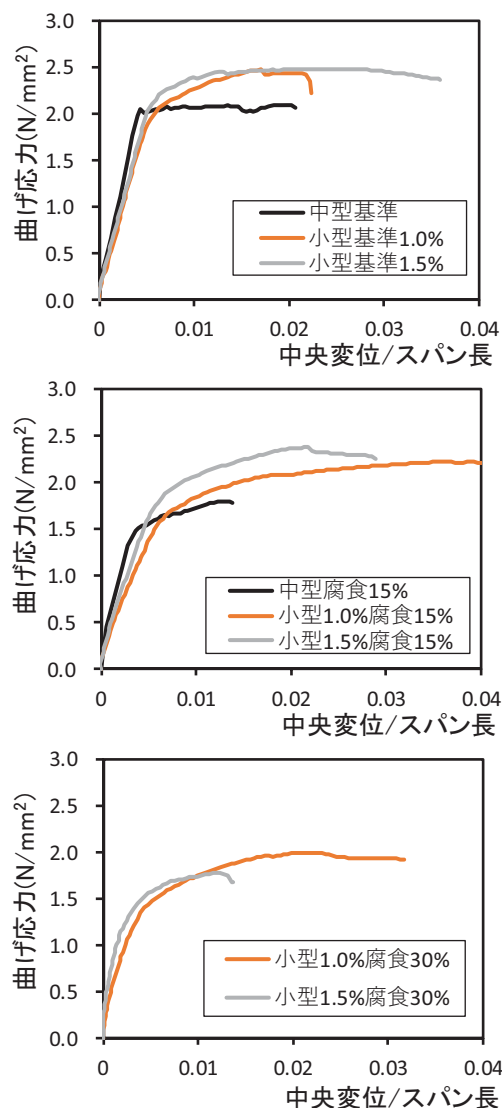


図-3 曲げ応力と中央変位/スパン長との関係