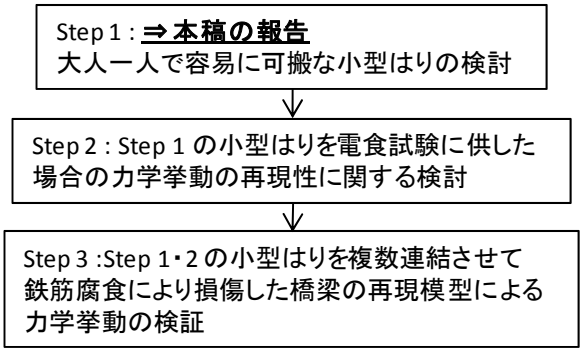
小型模型を利用した鉄筋コンクリートはりにおける力学挙動の再現性に関する研究

弘前大学　　正会員　○上原子　晶久
弘前大学　　佐々木　柾也

１．はじめに

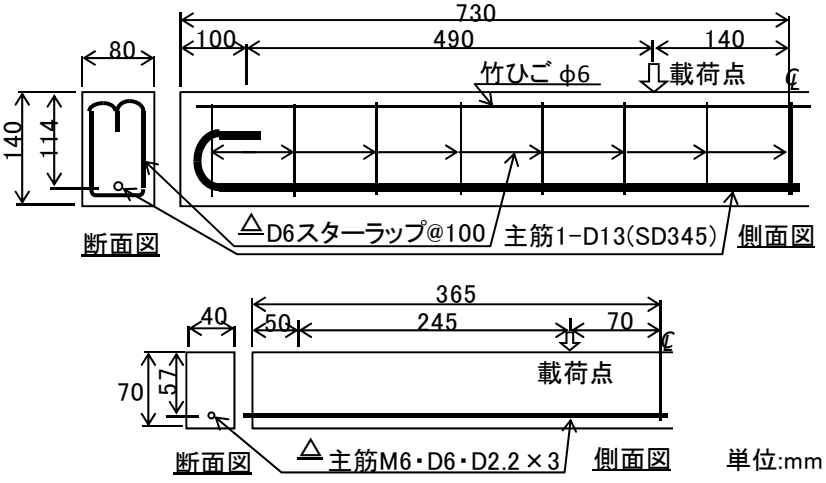
著者らは，塩害劣化により損傷した橋梁の残存耐力を有限要素解析により予測する研究[1)]を行ってきた．そこで課題となったのは，解析において実際の力学的な挙動を再現しているかを検証できないことであった．そのことを解決するため，図－1のような研究を行うことを着想した．本稿は，図－1 における研究の全体構想の諸端である小型はりが中型はりの力学挙動を再現できるかについて検討を行ったので報告する．



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 に示すように 2 種類の短繊維を使用した．表－4 に小型はりに使用した主筋の機械的性質を示す．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．そのため，主筋に M6 ねじ鋼と D6 鉄筋を使用した場合は 1 本，D2.2 鉄筋を使用した場合は 3 本の主筋が小型はりの内部に設置されている．

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・1.5・2.0%)と主筋の種類(M6・D6・M2.2)である．それぞれを組み合わせて 7 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 1 体を作製した．

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	175	292	818	988	0.0263

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	
				Fib_1	Fib_2
1.0	496.7	1044	417.5	9.8	0
1.5	462.7	1028	411.2	14.7	0
2.0	460.3	1023	409.2	9.8	9.8

キーワード　小型はり，中型はり，繊維補強モルタル，力学性能，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

３．試験方法

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．

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）
Fib_1	40	12	1560	6.5	41
Fib_2	100	12	1200	12.5	28

４．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 28.3N/mm^2 であった．

表－4 短繊維の機械的性質

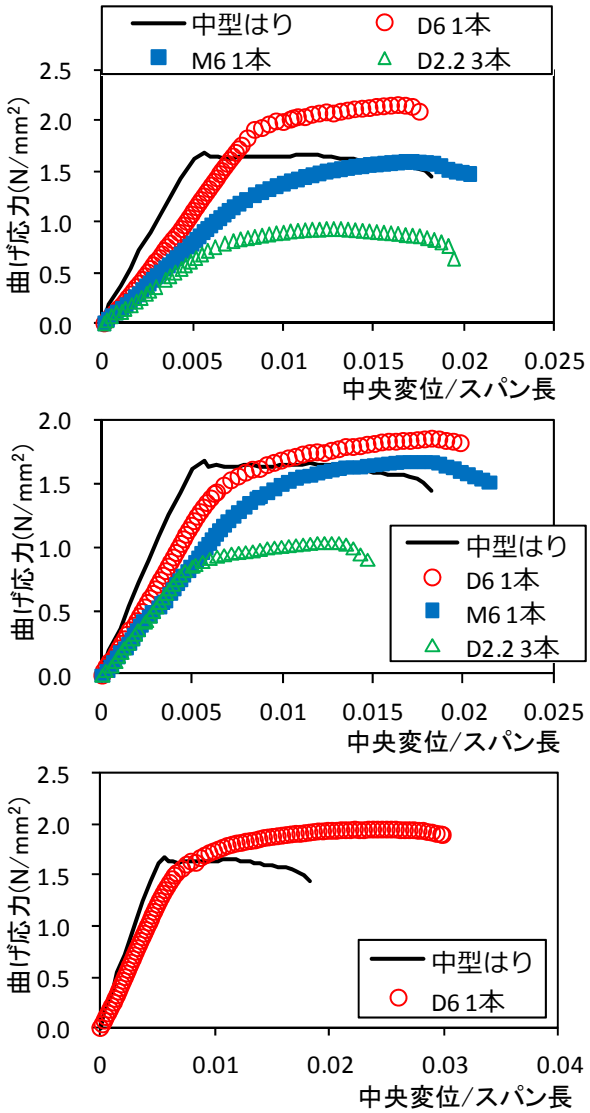
主筋	直径（mm）	降伏強度（N/mm^2）	引張強度（N/mm^2）	破断伸び（%）
D6	6.35	368	527	24.3
M6	5.2	442	518	2.64
D2.2	2.2	409	544	12.2

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
2.0	43.9	5.26

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ひかくすることを試みた．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，繊維混入率(V_f=1.0・1.5・2.0%)ごとにプロットしている．この図より，小型はりの繊維混入率が高くなるほどに，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．小型はりの主筋ごとに比較すると，中型はりの力学挙動に最も近いものが D6 鉄筋を使用した場合である．これは，表－4 に示したように，破断のびが大きい主筋を使用することにより，中型はりの力学挙動を再現しうることを示している．したがって，図－3 の結果を総合的に判断して中型はりの力学挙動を再現するには，適切な繊維混入率と D6 鉄筋のような破断のびの大きい材料を使用することが望ましいといえる．

今後は，以上のような検討の結果を活かして，主筋が腐食した小型はりの力学特性の再現性について検討を進める予定である．



図－3 曲げ応力と中央変位／スパン長との関係
（上：V_f=1.0％　中：V_f=1.5％　下：V_f=2.0％）

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．中型はりの作製に関しては，徳重 英信 教授(秋田大学)の支援を受けた．

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) 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－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－，日本建築学会構造系論文集，第 584 号，147-152，2004