

スターラップが腐食した RC はりのせん断挙動について

早稲田大学大学院
早稲田大学

学生会員
フェロー

○薛
関

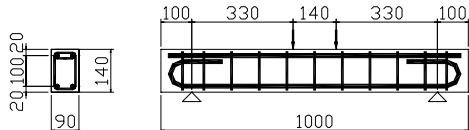
昕
博

1. はじめに

本研究は、スターラップの腐食が RC はりのせん断耐荷特性に与える影響を検討することを目的とし、実験および解析を行った。実験では、電食試験により鉄筋を腐食させた後に載荷試験を行った。供試体と同じ条件のモデルを作り、解析でせん断耐荷性状を検討することを試みた。

2. 実験概要

図 1 に供試体の側面図及び断面図を示した。せん断破壊を先行させるために、主鉄筋に高強度異形鉄筋 2×D13 ($f_y=741\text{N/mm}^2$) を用いた複鉄筋 RC はりとした。スターラップ $\phi 6$ ($f_y=321\text{N/mm}^2$) を 90mm の間隔で配置した。今回の実験では、スターラップの腐食を模擬するために電食試験を行った。電食試験の電食期間および電流密度は、目標腐食量からファラデーの法則に基づいて決定した。実験パラメータは水セメント比 (W/C)、せん断スパン比 (a/d)、腐食減量とした。



(単位: mm) 図 1 供試体寸法

表 1 各供試体の実験

供試体	W/C (%)	a/d	腐食減量 (%)	最大荷重 (kN)
B-70-DL(1.75)	70	1.75	3.96	95.93
B-70-DL(2.25)	70	2.25	4.05	80.95
B-70-DL(2.75)	70	2.75	2.35	75.83
B-70-DM(1.75)	70	1.75	6.03	115.55
B-70-DM(2.25)	70	2.25	5.76	91.70
B-70-DM(2.75)	70	2.75	5.55	89.35
B-70-DM(3.33)	70	3.33	5.81	82.42
B-70-DH(1.75)	70	1.75	8.23	122.10
B-70-DH(2.25)	70	2.25	8.92	85.92
B-70-DH(2.75)	70	2.75	8.12	75.60
B-70-DH(3.33)	70	3.33	12.45	62.82
B-60-D0	60	2.75	0.00	84.30
B-60-DL	60	2.75	4.21	86.75
B-60-DM	60	2.75	6.55	96.52
B-60-DH	60	2.75	10.50	79.93
B-50-D0	50	2.75	0.00	78.43
B-50-DL	50	2.75	2.26	89.15
B-50-DM	50	2.75	4.70	94.35
B-50-DH	50	2.75	5.89	98.68

3. 実験結果及び考察

電食試験終了後、供試体の表面にスターラップに沿うひび割れは観察されなかった。載荷試験が終了後鉄筋を取り出して確認したところ、箇所によって孔食が確認された。実験結果は表 1 に示した。

(1) せん断スパン比ごとの腐食減量の影響

図 2 にせん断スパン比を相違させたときの腐食減量の影響を示した。図から分かるように、腐食レベル中(6%程度)までせん断耐荷力が増加したが、腐食レベル大になるとせん断耐荷力が減少した。また、せん断スパン比が小さくなると、より大きな腐食レベルまで耐荷力が増加することが確認できた。

これは、腐食生成物の膨張によるせん断耐荷力増大のプラス効果と鉄筋断面の減少によるせん断耐荷力減少のマイナス効果の相乗作用が一因として考えられる。腐食レベル中まで、プラス効果が大きいため、せん断耐荷力が増大したが、腐食大になるとマイナス効果の方が大きくなり、せん断耐荷力が減少したと推測される。せん断スパン比が小さくなると、載荷点と支点に形成される局部応力プラス効果が加わり、より大きな腐食レベルまでせん断耐荷力が増加したと考えられる。

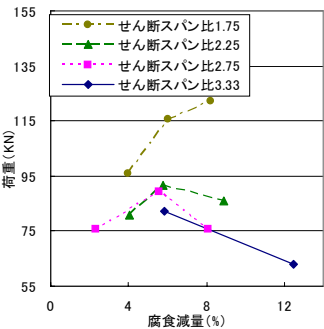


図 2 a/d ごとの調査

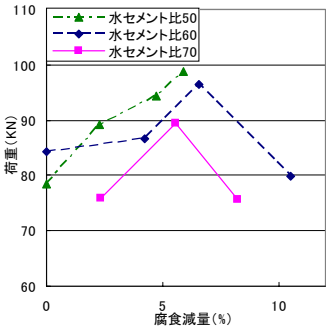


図 3 W/C ごとの調査

(2) コンクリート強度の影響

図 3 に水セメント比 (W/C) を相違させたときの腐食減量とせん断耐荷力の関係を示した。図から分かるように、腐食減量が増加するとせん断耐荷力が一旦増加したが、ある腐食レベルを超えるとせん断耐荷力が減少した。また、W/C =70%と W/C =60%では、W/C が小さいほど、せん断耐荷力がより大きな腐食レベルまで増加することが分かった。これは、W/C が小さくなると密なコンクリートになり、内部膨張のプラス効果がよ

キーワード スターラップ 腐食 せん断耐荷力 せん断耐荷比

り大きくなるためと考えられる。

4. 解析概要

解析には、FEM 汎用解析コード DIANA を用いた。図4に解析モデルを示した。コンクリートを平面応力要素とし、引張鉄筋とスターラップをトラス要素とした。鉄筋とコンクリートの付着挙動を模擬するため、平面要素とトラス要素の間にインタフェース要素を取り入れた。平面応力要素は最大骨材寸法 10mm を目安に分割し、回転ひび割れモデルで解析を行った。コンクリートの引張挙動に破壊エネルギー概念を導入し、圧縮挙動にスターラップの拘束作用を考慮した複合モデルを採用した¹⁾。インタフェース要素には、Dorr による 3 次関数による付着-すべりモデルを導入した。スターラップの端部を完全付着とした。鉄筋の腐食量と付着強度低下率の関係は既往の学会の提案式²⁾を用いた。

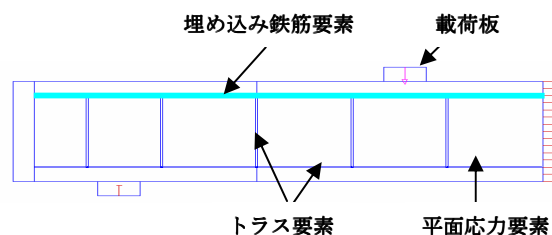


図4 解析モデル

5. 解析結果及び考察

(1) 実験結果と比較

図5 解析結果と実験結果との比較を示した。解析の最大荷重は、実験結果より多少高いが、全体の剛性に関しては、うまく評価したと思われる。

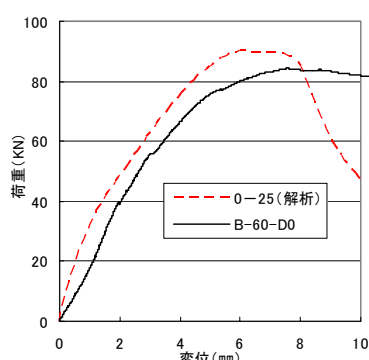


図5 解析と実験結果の比

(2) せん断スパン比影響の評価

図6 にせん断スパン比ごとの解析結果を示している。図から分かるように、せん断スパン比の影響をうまく再現できたと思われる。

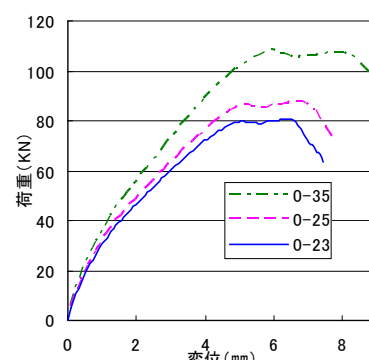


図6 コンクリート強度の影響

(3) パラメーター解析

図7 にせん断スパン比とコンクリート強度を相違させた解析結果を示した。コンクリート強度が増加すると、せん断耐荷力が増加したが、せん断スパン比が小さいときにはより増加したことが分かった。解析用のコンクリートの圧縮応力-ひずみ関係にスターラップによるコアコンクリートへの拘束作用を考慮したため、拘束作用によるせん断耐荷力の増大はせん断スパン比が小さいほど大きいことが解析で表現できたと思われる。

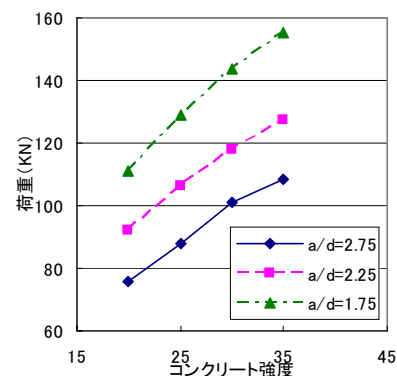


図7 パラメーター解析結果

6. まとめ

本実験の範囲内では、以下の事項が明らかとなった。

- 1) スターラップが腐食するとせん断耐荷力は増加するが、ある腐食レベルを超えるとせん断耐荷力が減少する。また、せん断スパン比が小さくなると、より大きな腐食レベルでもせん断耐力は増加する。
- 2) コンクリート強度は腐食によるせん断耐荷力の変化に影響を及ぼす。コンクリート強度が大きいほど、より大きな腐食レベルまでせん断耐荷力は増加する。

(参考文献)

- 1) 土木学会：コンクリート技術シリーズ 50、コンクリート構造物の非線形技術研究小委員会成果報告書、2003
- 2) 日本コンクリート工学協会：コンクリート構造物の長期性能照査支援モデルに関するシンポジウム委員会報告書、論文集、2004.10