

V-258

鉄筋腐食を伴うRC供試体の
付着性状と耐荷性状

長岡技術科学大学大学院

学生員○ 佐々木淳

北海道開発コンサルタント（株）

正会員 中田泰広

長岡技術科学大学

正会員 丸山久一

長岡技術科学大学

正会員 清水敬二

1. 序 論

RC構造物の塩害による種々の問題において、その発錆のメカニズムは、おおそ明らかにされている。しかし、一般論として、かぶり面に主筋に沿った縦ひび割れが入ると、その構造物は、補修しなければならないとされており、縦ひび割れが入ってから付着性状や耐荷性状の研究にはあまり目が向けられていないのが現状である。そこで、本研究では、既往のRC梁の載荷試験と合わせて、外観的な評価方法として縦ひび割れ幅を選び、的確な補修時期の選定のための基礎資料を得ることを目的としている。また、載荷性状と同時に、縦ひび割れ幅による付着性状を調べ、付着が耐荷性状に及ぼす影響も検討した。

2. 実験概要

付着強度は、引き抜き試験により判定することとした。既往の梁の静的載荷試験結果との対応や供試体の予備実験の結果等を参考にして、

供試体の付着長は12cm、最小かぶりは5cm（暴露試験の大きい方と同一）とした（図-1）。また、ループ筋は、JISで提案している外径10cmで4cmピッチのD6を、主筋にはD13を用いた。また、コンクリート内部において最初に付着が効く節位置の影響を調べるために、荷重端と自由端に同一の非付着区間を設けた。非付着区間には、完全に付着を切るためにゴムチューブとグリースを用いた。コンクリートの配合は、既往の研究²⁾と同様な表-1のものとした。また今回の実験では、パラメータとして表-2に示すように①縦ひび割れ幅②発錆面積率と重量減少率③腐食状態（連続と点状）の3つを選んだ。

測定においては、図-2の動的なシステムを用いた。すべり量は、荷重端と自由端で双方とも付着区間端から10cmの位置で測定し、鉄筋の降伏は荷重端側の変位計で確認した。各パラメータについて3個の供試体を作成し、いずれのシリーズも3個のデータにより検討した。

3. 実験結果

3-1 静的耐荷性状

表-3と図-3、5に梁の実験結果を示す。図-5は、鉄筋発錆のない梁に対する最大耐力比である。これより、耐力比で考えると縦ひび割れ幅が1mmにも及んだ供試体でさえ、スターラップを有している供試体では1割、スターラップの無い供試体で1割5分程度の耐力低下しか認められていない。一方、載荷初期の梁の剛性については、縦ひび割れ幅に比例して大きくなっている。しかし、曲げひび割れ発生後は、縦ひび割れ幅が大きい程、剛性は小さい。また、鉄筋が腐

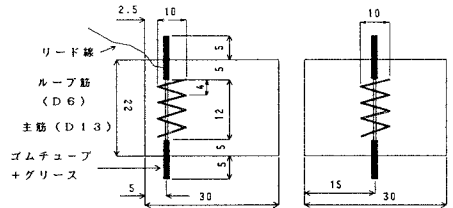
表-1 コンクリートの示方配合

Gmax (mm)	SL (cm)	Air (%)	W/C (%)	単位量(Kg/m ³)						
				W	C	S	G	混和剤	NaCl	
15	10	4.0	63	165	253	799	1102	0.650	5.33	

コンクリートの設計強度：240(kg/cm²)

表-2 【試験パラメータ】

供試体名	ひび割れ幅(mm)	発錆面積率(%)	腐食状況
Q1	0.00	100	腐食なし
Q2	0.03	100	一様連続
Q3	0.30	100	一様連続
Q4	0.50	100	一様連続



【実験セッティング状況】

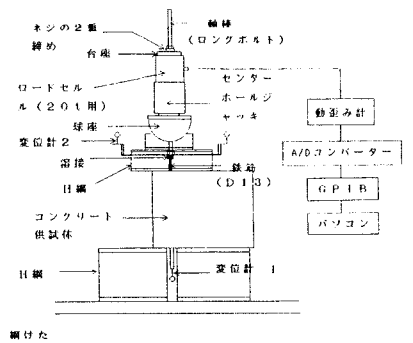


図-2 セッティングと測定システム

食していても、かぶり面に縦ひび割れが現れていない供試体では、初期剛性・曲げひび割れ発生後の剛性・最大耐力のいずれについても、鉄筋腐食のない供試体より大きくなっている。

3-2 付着性状

表-4と図-4、6に結果を示すが、今回の様に電食効率を考慮した付着長（12cm）においては、いずれにおいても鉄筋の降伏で終局を迎え、付着破壊は見られなかった。故に、最大付着応力は求めることが出来なかった。剛性の変化を、すべり量で捉えたと、ひずみ換算で、縦ひび割れ幅0.03mmの供試体が鉄筋降伏時まで、ほと

んどすべりがなく（最大で0.03mm）剛性は大きい。縦ひび割れ幅が0.3mmの供試体でもすべり量が0.1mm

から降伏直前まで、

正常な供試体より2倍以上剛性が高い。

4. 考察・まとめ

梁の荷重試験により、かぶり面に縦ひび割れが入ると初期剛性の増加と最大耐力の低下が認められた。しかし、スターラップを配した供試体では、破壊形式も全て曲げ破壊に移行し、耐力的にもそれ程の低下が認められていない。荷重試験で見られた初期剛性の増加は、付着試験結果で確認された鉄筋腐食による初期・中間剛性の増加が効いているものと考えられる。鉄筋腐食により剛性が増加するのは、腐食生成物の体積膨張による放射方向の中空内圧応力により、鉄筋と周囲のコンクリートとの噛み合い効果が増加するためではないかと考えられる。今後、シリーズ4と最大付着応力の検討が必要であると考えられる。

5. 参考文献

- 1) 角 徹三・山田 守：付着割裂作用を受けるコンクリートの応力解析，土木学会論文集，第396号，P159～167
- 2) 中田泰広・丸山久一・清水敬二：梁供試体における鉄筋発錆によるひび割れ性状と耐荷力への影響，土木学会，第44回年次学術講演会講演概要集，第5部，P598～599

表-3 【静的荷重試験パラメータと試験結果】

供試体名	スターラップの有無	縦ひび割れ幅 (mm)	発錆面積 (%)	concrete 圧縮強度 (kg/cm ²)	曲げひび割れ荷重 (t)	剛性急低下荷重 (t)	最大耐力 (t)	破壊形式
BN1-C00	有	0.00	0	317	0.95	2.195	2.205	曲げ引張
BN2-C05		0.05	100	317	1.00	2.215	2.277	曲げ引張
BN3-C30		0.30	100	317	1.20	2.310	2.325	曲げ引張
BN4-C50		0.50	100	358	0.80	2.004	2.064	曲げ引張
BN5-C100		1.00	100	373	0.80	1.962	2.001	曲げ引張
BN6-C50	無	0.50	20	317	0.80	2.202	2.232	曲げ引張
BN7-C00		0.00	0	317	0.90	2.020	2.107	曲げ引張
BN8-C30		0.30	100	378	1.00	2.106	2.127	曲げ引張
BN9-C50		0.50	100	358	0.80	1.894	1.944	曲げ引張
BN10-C50		0.50	100	350	1.20	1.803	1.895	斜め引張
BN11-C100		1.00	100	373	0.80	1.698	1.800	斜め引張
BN12-C50		0.50	20	378	1.00	2.010	2.103	斜め引張

備考：発錆面積率20%の供試体はスパン中央が発錆区間である。

表-4 【電食および引抜き試験結果】

供試体名	ひび割れ幅 (mm)	電流量 (A・hr)	荷重 (t)	付着応力 (MPa)	平均 (MPa)	すべり量 (mm)	平均 (mm)	concrete 圧縮強度 (kg/cm ²)	補正S=0.01mm 時付着応力 (MPa)
Q1-1	0.00	0	0.98	1.961	1.967	0.105	0.124	261	0.39
Q1-2	0.00	0	1.06	2.001		0.130		261	0.40
Q1-3	0.00	0	0.97	1.941		0.138		261	0.38
Q2-1	0.03	3.84	3.92	7.843	7.989	0.019	0.018	318	1.40
Q2-2	0.03	4.32	3.95	7.903		0.025		318	1.42
Q2-3	0.03	4.08	4.11	8.223		0.010		318	1.47
Q3-1	0.30	—	—	—	5.492	—	0.057	328	—
Q3-2	0.30	14.71	2.82	5.642		0.051		328	1.00
Q3-3	0.30	13.55	2.67	5.342		0.062		328	0.94

注）補正付着応力 τ_{co} = 付着応力 τ / コンクリート強度 F_c

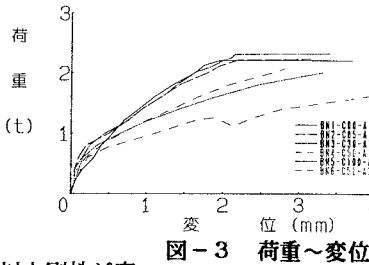


図-3 荷重～変位

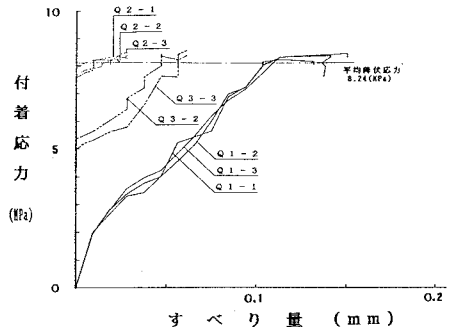


図-4 付着応力～すべり

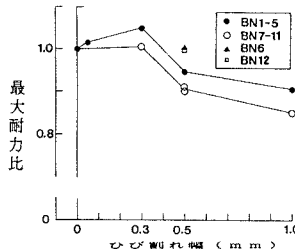


図-5 荷重試験

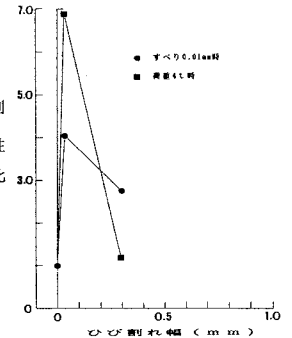


図-6 付着試験