

第V部門

鉄筋の付着状況が ASR 劣化したはり部材の耐荷性能に及ぼす影響

立命館大学大学院 理工学研究科
立命館大学 理工学部
(株)国際建設技術研究所

学生員 ○山村 智・長尾 篤樹
正会員 児島 孝之・岡本 享久
正会員 葛目 和宏

1. はじめに

近年, ASR によって過大な膨張が生じた橋脚の梁部分において鉄筋の曲げ加工部に破断を生じた事例が認められている。しかしながら ASR 劣化を生じた構造物に対する維持管理においては, 鉄筋破断の有無や内部への劣化の進行を評価する適切な診断手法が確立されていないのが現状である。さらに ASR 膨張による鉄筋の破断, 付着・定着不良により構造物の耐力低下が生じ, 構造上の安全性に支障をきたす恐れもあると考えられ, ASR 劣化が過度に進展している構造物の耐荷性能を評価することが急務となっている。

そこで本研究では道路橋橋脚梁部分を対象構造物とし反応性骨材を用いた梁供試体を作製し, ASR により引き起こされる可能性のあるスターラップの破断や主筋の付着・定着不良がはりの曲げ耐荷性状に及ぼす影響について実験的に検討した。

2. 実験概要

ASR 劣化させた梁供試体の載荷試験を行い, 鉄筋破断, 付着・定着不良が生じている鉄筋コンクリート構造物の耐荷性能を健全な供試体と比較し検討した

(1) 梁供試体

表-1 供試体要因

供試体	コンクリート	鉄筋	付着状況	a/d
			主鉄筋, スターラップ	
No.1	健全	健全	健全	2.1
No.2			健全	
No.3	ASR 劣化	スターラップ 破断	タイプⅠ	
No.4			タイプⅡ	

梁供試体は 150×300×1400(mm)の計 4 体であり, 梁供試体図を図-2 に, 供試体要因を表-1 に示す。梁供試体に使用した鉄筋は, 引張側鉄筋に D13 を 2 本(鉄筋比 0.64), 圧縮側鉄筋には D10 を 2 本である。スターラップには D6 を 150(mm)間隔で配置した(せん断補強筋比 0.28)。図-1 に示すようにせん断補強筋下部曲げ加工部破断および主鉄筋, スターラップの付着切れをグリスとビニール

で 2 パターン(タイプ 1 : 30 % タイプ 2 : 50 %)再現した。また ASR 劣化した供試体膨張量が 3000 μ に達した時点で載荷試験を実施した。

(2) 載荷試験方法

図-2 に梁供試体ゲージ貼付け位置を示す。供試体は油圧式載荷試験機で載荷し, 支持スパン 1200mmの対称 2 点載荷とした。ひび割れ発生を確認するために供試体表面(下面から 35mmの位置)に π ゲージを貼り付けた。また圧縮縁および引張縁のひずみを測定するためにコンクリートゲージを貼付け, 上面, 下面のコンクリートひずみから梁の回転角を算出した。測定項目として載荷荷重(ひび割れ発生荷重, 降伏荷重, 最大荷重), 主鉄筋ひずみ(圧縮側, 引張側), スターラップひずみ, 供試体中央部たわみとした。

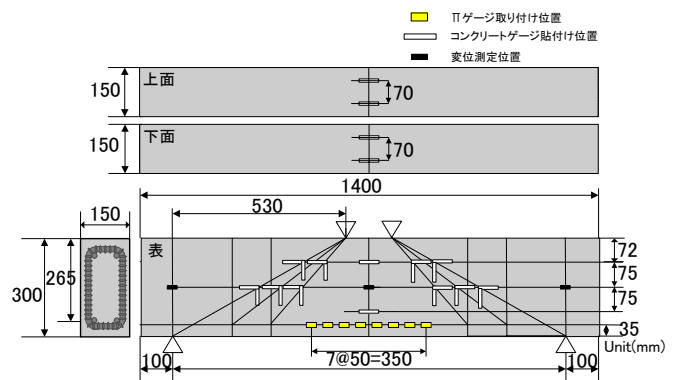


図-2 梁供試体図およびゲージ貼付け位置図

5. 実験結果および考察(シリーズ 2)

5.1 載荷試験前各梁供試体劣化状況

(1) ひび割れ状況

No.3~4 において ASR 劣化による亀甲状のひび割れが発生していた。0.2mm 以上のひび割れは軸方向鉄筋沿って卓越している結果となった。

(2) 各梁供試体膨張量

図-3 に膨張量の経時変化を示す。No.3~4 において ASR 膨張により膨張量は増加傾向を示し, 各供試体で約

3000 μ 程度の膨張量を示している。

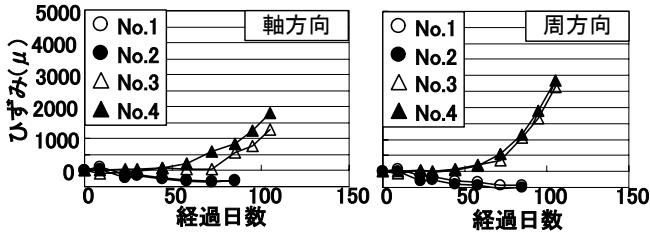


図-3 膨張量経時変化

5.2 荷重試験結果

(1) 破壊形状

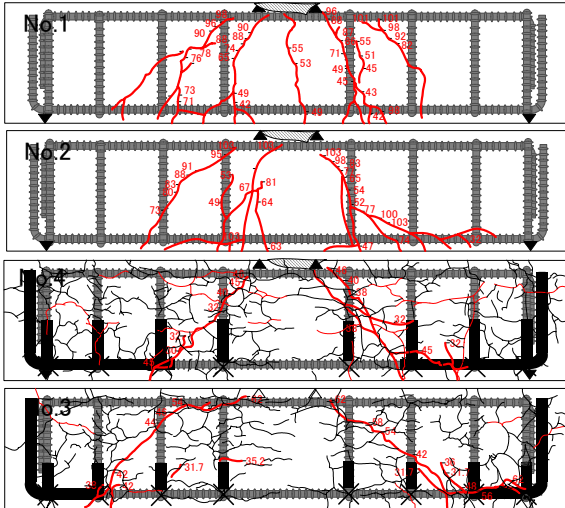


図-4 梁供試体荷重試験後破壊状況図

表-2 荷重試験結果および計算耐力

供試体	計算値			実験値			破壊形式
	Pcr* 1(kN)	Py* 2(kN)	Pu* 3(kN)	Pcr* 1(kN)	Py* 2(kN)	Pu* 3(kN)	
No. 1	42.1	85.3	90.6	42.1	99.9	125.4	曲げ
No. 2	42.1	85.3	90.6	30.4	105.8	111.7	曲げ
No. 3	42.1	85.3	90	—	60.5	62.6	せん断
No. 4	42.1	85.3	90	—	45.6	47.2	せん断

Pcr*1 ひび割れ発生荷重 Py*2 降伏荷重 Pu*3 終局荷重

図-4 に No.1～4 梁供試体の荷重試験後の破壊状況を示す。表-2 に計算耐力と実験値の比較を示す。健全供試体 No.1 においては引張主鉄筋の降伏後、曲げ破壊で終局に至った。No.2 梁供試体においても曲げ破壊で終局に至ったが主鉄筋の降伏後すぐに終局に至った。

終局荷重において No.1 と No.2 では 10%程度の差が生じていた。この終局荷重の差の要因として圧縮側主鉄筋の終局時のひずみが No.1 に比べ No.2 では低いひずみで終局に至っていることから圧縮縁のコンクリート強度が低下していたために終局荷重に差が生じたものと考えられる。

No.3,4 梁供試体において、共に破壊形式は No.1,2 と異なりせん断破壊で終局に至った。最大荷重も健全である

No.1 梁供試体と比較し No.3 で 50%の低下、No.4 においては約 65%低下であり付着・定着不良の影響が耐力に与える影響が大きいことが考えられる。また、No.3,4 で付着切れの程度の違いにより終局荷重にも差が見られた。この要因として載荷時に生じたせん断ひび割れの角度が各供試体で異なっていたため、せん断ひび割れ面の大きさ、せん断ひび割れを横切るスターラップの本数の違いが終局荷重に影響したと考えられる。

(2) 荷重－変位関係

図-5 に荷重－たわみ関係を示す。No.1 ではたわみは 27mm であったのに対し No.2 では約半分の 11mm であった。これは No.2 梁供試体の圧縮側主鉄筋のひずみが No.1 梁供試体のひ

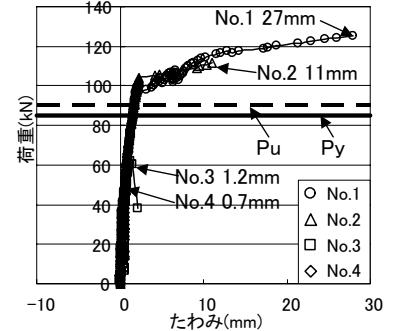


図-5 荷重 - たわみ関係

ずみより低い値で圧縮縁圧壊によって終局していることから圧縮縁のコンクリート強度が低かったため、たわみが No.1 と比べ低くなったと考えられる。No.3,4 では付着・定着不良の影響により供試体の変形は端部に局所化していたため供試体中央部のたわみは殆ど伸びなかった。

(2) 付着・定着不良による構造物の安全性への影響

付着・定着不良を模擬した No.3,4 において耐力の大幅な低下および破壊形式の違いが示された。既往の研究では主鉄筋の付着・定着不良の領域の違いで耐力低下に影響があることが言われており、定着部、支点付近の付着・定着不良は耐力を大きく低下させるという結果が報告されている¹⁾。本実験結果も同様の傾向が示され、ASR 劣化が進展し鉄筋の付着・定着不良が生じている場合構造物の耐力低下、破壊形式の違いが生じていることから耐荷性能に大きく影響するといえる。

6. まとめ

曲げ破壊で終局に至る構造物の場合、ASR 劣化による付着・定着不良が構造上の安全性に大きく支障をきたす可能性があるといえる。

参考文献

- 1) 澤部純浩, 上田尚史, 中村光, 李相勲: 軸方向鉄筋の定着不良が生じたせん断破壊する RC はりの挙動解析, コンクリート構造物の補修・補強・アップグレード論文報告集, 第4巻, pp.409-416, 2004