

軸方向鉄筋の途中定着部を曲げ補強した RC 橋脚の耐震補強効果に関する実験的検討

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○土田 大輔

東日本旅客鉄道(株) 正会員 中村 浩司

1. はじめに

1995 年 1 月の阪神淡路大震災以降，鉄道の鉄筋コンクリート（以下，RC という）ラーメン高架橋を中心に耐震補強を進めてきた．大規模地震による RC 構造物の損傷は，ラーメン高架橋のみならず，RC 橋脚においても生じる恐れがあり，2004 年 10 月の新潟県中越地震においても，軸方向鉄筋の途中定着部（以下，途中定着部という）に損傷を生じた RC 橋脚が存在した．RC 橋脚においては，く体全体のせん断耐力や変形性能のみならず，途中定着部が地震時に弱点となる可能性があり，RC ラーメン高架橋に関する従来の知見をそのまま適用できない場合がある．そこで，途中定着部を曲げ補強した RC 橋脚の耐震補強効果について，供試体による正負交番載荷実験による検討を行ったので，その結果を本文において報告する．

2. 実験概要

供試体諸元を表-1 に，供試体形状および配筋の例を図-1 に示す．供試体はフーチングを有する片持ち形式の橋脚部材とした．1-1 は無補強の供試体で，基部の最大曲げ耐力（Mud）に達する前に途中定着部付近の曲げ耐力（Mud1）が不足するものである．1-2，1-3 は，1-1 について途中定着部付近を軸方向鉄筋により曲げ補強したものである．ここで，途中定着部付近の補強に用いた軸方向鉄筋を補強軸方向鉄筋といい，補強軸方向鉄筋はフーチング内への定着はしていない．また，フーチングに定着されており，途中定着されていない軸方向鉄筋，途中定着されている軸方向鉄筋をそれぞれカットオフされていない鉄筋，カットオフされた鉄筋という．

実験は，一定軸力（軸方向圧縮応力度 $\sigma_0=0.75\text{N/mm}^2$ ）のもと，橋脚頭部付近にアクチュエータによる正負交番荷重を加えて行った．正負交番荷重は，最外縁の軸方向鉄筋が降伏ひずみに達する時の変位を δy とし，正負それぞれ $1\delta y$ まで載荷後， $2\delta y$ ， $3\delta y$ ， $\cdots$ と， δy の整数倍を正負それぞれ 1 サイクルずつ載荷した．

表-1 供試体諸元

供試体 No.	断面 幅	断面 高さ	せん 断ス パン La	有効 高さ d	せん 断ス パン 比	カット オフ高 さ	既設配筋				軸方向 圧縮 応力度	補強方法	補強軸方向 鉄筋 (径・本数)	Mud1/Mud2
							基部		途中定着部					
							軸方向鉄筋 (径・本数)	せん断補強 筋(径・組数 -間隔)	軸方向鉄筋 (径・本数)	せん断補強 筋(径・組数 -間隔)				
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	La/d	(mm)	(鉄筋比 %)	(鉄筋比 %)	(鉄筋比 %)	(鉄筋比 %)	(N/mm ²)			
1-1	2100	350	1200	310	3.9	400	D13×43 (0.867)	D6-5組- 50ctc (0.302)	D13×22 (0.428)	D6-5組- 50ctc (0.302)	0.75	無補強	—	0.92
1-2												途中定着部付近 RC巻き	D13×11	1.57
1-3													D6×11	1.33

※カットオフ高さ：基部からカットオフされた鉄筋の途中定着位置までの高さ

キーワード 耐震補強，RC 橋脚，途中定着，正負交番載荷

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2-2-2 TEL 03-5334-1288

3. 実験結果

(1) 荷重—変位曲線の包絡線および損傷状況

荷重—変位曲線の包絡線（以下、包絡線という）を図-2に示す。図-2には、途中定着部付近ではなく基部で損傷する場合の計算上の包絡線（以下、計算包絡線という）を併せて示す。

1-1は途中定着部付近が基部に先行して降伏し、計算包絡線に達する前に徐々に耐力が低下している。一方、途中定着部付近を曲げ補強した1-2、1-3は、いずれも計算包絡線程度以上の変形性能を示した。なお、補強軸方向鉄筋量の違いによる明確な変形性能の差は見られなかった。10 δ_y 荷重終了後の供試体の損傷状況を図-3に示す。1-1は途中定着部付近に損傷が集中しているが、1-3では途中定着部付近の損傷は軽微であることがわかる。なお、1-2についても途中定着部付近の損傷は軽微であった。

以上から、途中定着部付近を補強軸方向鉄筋により適切に曲げ補強することにより、損傷箇所を途中定着部付近から基部へ移行させることができるとものと推定される。

(2) 軸方向鉄筋のひずみ分布

1-1、1-2、1-3の軸方向鉄筋および補強軸方向鉄筋のひずみ分布を図-4に示す。1-1では、基部に先行して途中定着部付近のカットオフされていない鉄筋が降伏し、その後、変位の増加に伴い、カットオフされていない鉄筋のひずみは途中定着部付近で増加する傾向にあった。一方、1-2、1-3では、カットオフされた鉄筋、カットオフされていない鉄筋ともに基部付近が先行降伏後、変位の増加に伴い基部付近のひずみが増加する傾向にあった。補強軸方向鉄筋は、変位の増加に伴い、途中定着部付近のひずみが増加する傾向を示した。これは、1-1に対し、1-2、1-3では、途中定着部付近に生じた引張力を補強軸方向鉄筋が負担したことによるものと推定される。なお、補強軸方向鉄筋量の少ない1-3では、1-2に比べ、カットオフされていない鉄筋の途中定着部付近のひずみが比較的大きい結果となった。

4. まとめ

以上の結果からわかったことを以下に示す。

- ① 基部に比べて途中定着部付近の曲げ耐力が不足する場合、途中定着部付近に損傷が生じることにより、基部で損傷した場合の変形性能を示さない。
- ② 途中定着部付近を補強軸方向鉄筋により適切に曲げ補強した場合、損傷箇所を途中定着部から基部に移行することができ、基部で損傷した場合の計算上の変形性能程度以上を示す。
- ③ 途中定着部付近の補強軸方向鉄筋には、変位の増加に伴うひずみの増加が見られ、途中定着部付近の曲げ補強のための補強鉄筋として有効である。

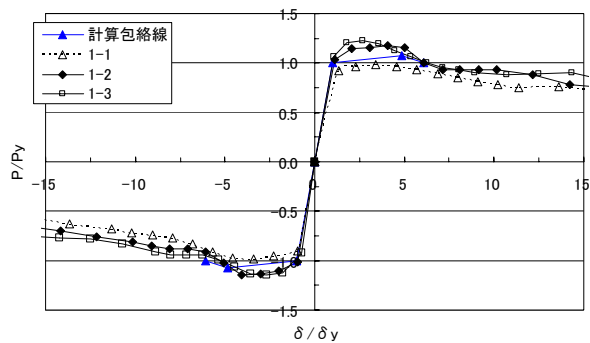


図-2 包絡線

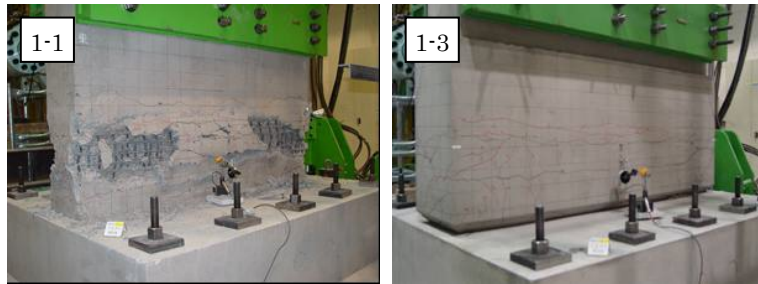


図-3 10 δ_y 荷重終了後の損傷状況

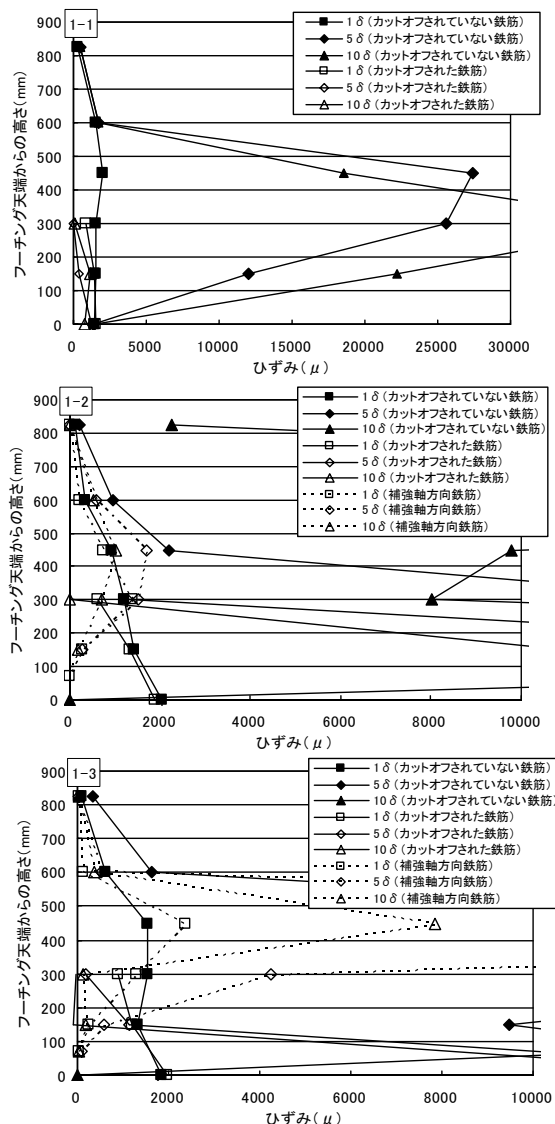


図-4 カットオフされていない鉄筋・カットされた鉄筋・補強軸方向鉄筋のひずみ分布