

第Ⅴ部門 コンクリート充填補強部と既設部をアンカー結合した
中空断面 RC 橋脚の大型正負交番載荷実験

京都大学大学院工学研究科 学生員 〇松尾 良平
京都大学大学院工学研究科 正会員 植村 佳大
京都大学大学院工学研究科 正会員 高橋 良和

1. 研究の目的

平成 24 年以降の中空断面 RC 橋脚の耐震設計¹⁾では、橋脚基部を充実断面とするよう規定がなされている。しかし、それ以前の基準で設計された中空断面 RC 橋脚が、未だ多く存在する。そのため、現在では、基部の中空部にコンクリートを充填する補強が主となっている。しかし、充填補強を施した RC 橋脚は、既設部と充填部が別々に挙動する場合に特有の斜めひび割れや急激な耐力低下・軸沈下が発生することが、最近の研究²⁾で明らかになっている。

そこで、本研究では、既設部と充填部をアンカーで結合し、一体化した大型 RC 橋脚の模型に対して、正負交番繰り返しの載荷実験を行った。そして、綾城ら²⁾が実施した基部充填断面と基部中実断面の RC 橋脚の模型の実験結果と比較検討した。

2. 実験概要

この実験は、中空断面 RC 柱に対してコンクリート充填とアンカー補強を組み合わせた場合の補強効果を把握することを目的としている。そこで、コンクリート充填をすることで中実化した RC 柱にさらにアンカーを使用して、既設部と充填部を結合した供試体(基部充填断面供試体 (アンカー補強あり))を製作した。比較対象として、コンクリート充填あと施工により中実化した RC 柱 (基部充填断面供試体)、一体打ちの中実断面 RC 柱 (基部中実断面供試体)と共に、図-1 に供試体の概要を、表-1 に各供試体の詳細を示している。

この荷重試験では、最も外側の軸方向鉄筋が初めて降伏する水平変位を基準振幅 δ_{y0} (=16mm)とし、その整数倍の水平変位で正負交番載荷を 3 回繰り返し行った。載荷方法は、綾城ら²⁾が基部充填断面供試体に対して行ったものと同じである。

3. 実験結果および考察

(1) 荷重—変位関係及び鉛直変位—水平変位関係

図-2 に、各供試体の荷重—変位関係と鉛直変位—水平変位関係を示す。終局は、載荷面と載荷側面の軸方向鉄筋が共に座屈した時点と定義しており(表-2)、基部充填断面供試体の終局変位である $7\delta_{y0}$ までの結果を灰色で、 $8\delta_{y0}$ 以降の結果を緑色の実線で示している。図からわかるように、基部充填断面供試体(アンカー補強あり)では座屈が早く発生したため、耐力低下と軸沈下の開始が基部充填断面供試体よりも早くなった。

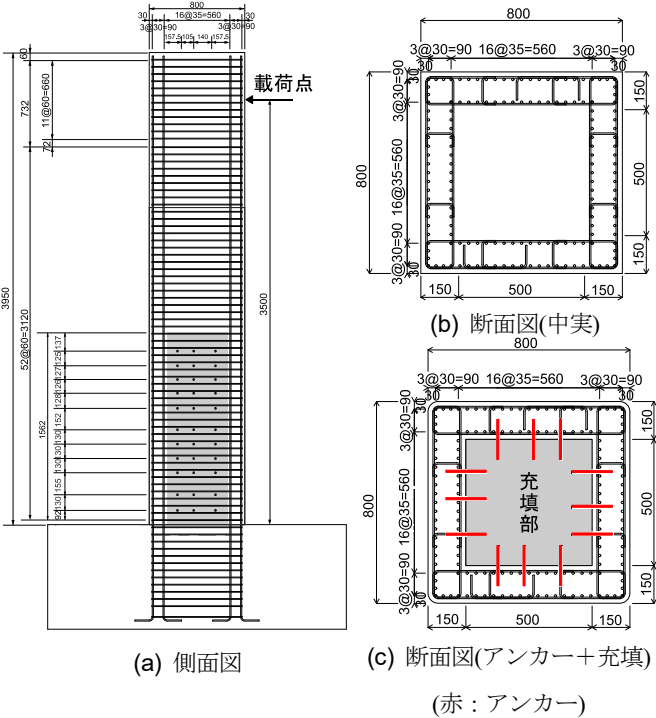


図-1 供試体概要(Unit[mm])

表-1 供試体諸元

供試体		基部充填断面供試体 (アンカー補強あり)	基部充填断面供試体	基部中実断面供試体	
軸方向鉄筋	種別	D10(SD345) 152本			
	鉄筋比	1600mm以下	2.78	2.78	1.70
		1600mm以上	2.78		
帯鉄筋	種別	D6(SD345) 110mm			
	鉄筋比	0.26(0.70)	0.70	0.26	
アンカー鉄筋		D10(SD345) 132本	-	-	
軸応力(MPa)		2.95	2.95	2.95	
曲げせん断耐力比		-	-	1.79	

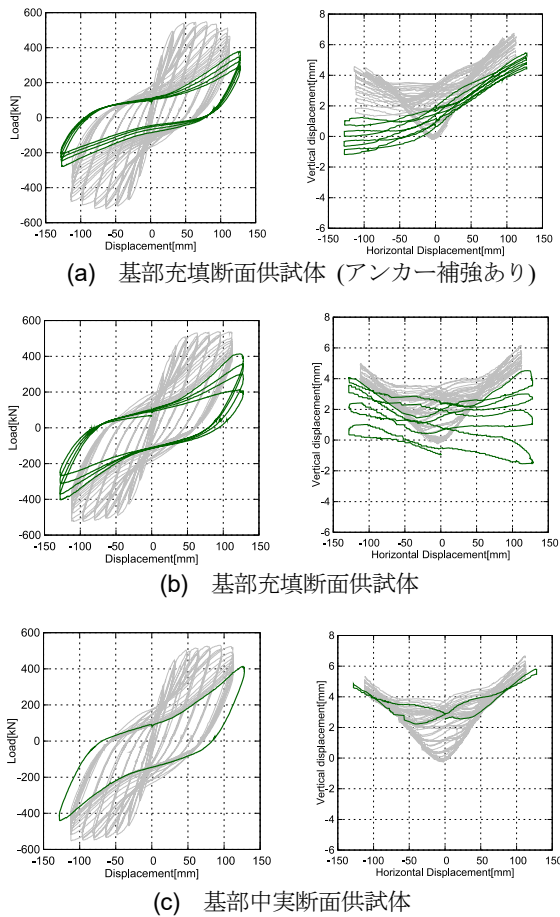


図-2 荷重－変位関係および鉛直変位－水平変位関係

表-2 各供試体の終局変位

供試体	基部充填断面供試体 (アンカー補強あり)	基部充填断面供試体	基部中実断面供試体
終局変位	$6\delta_{y0}$ (96mm)	$7\delta_{y0}$ (112mm)	$7\delta_{y0}$ (112mm)

しかし、 $8\delta_{y0}$ での荷重では、基部充填断面供試体のような急激な耐力低下や鉛直変位－水平変位関係が上に凸な曲線を描きながらの急激な軸沈下は発生しなかった。代わりに、耐力低下は徐々に発生し、軸沈下も鉛直変位－水平変位関係が下に凸な曲線を描きながら緩やかに発生した。したがって、アンカー補強は大振幅時における急激な耐力低下と軸沈下を抑制する効果があると考えられる。

(2) 帯鉄筋ひずみ

基部充填断面供試体と基部中実断面供試体の外側帯鉄筋におけるひずみの差は特に顕著であった。柱高さが878mmと1118mmのN面における外側帯鉄筋のひずみサイクル歴を図-3に示す。図-3から、基部充填断面供試体(アンカー補強あり)では増加幅が小さいことが分かるが、基部中実断面供試体では見られなかった、 $1\delta_{y0}$ から $2\delta_{y0}$ への遷移時における帯鉄筋のひずみ増加が確認された。しかし、 $2\delta_{y0}-1$ 以降、基部充填断面供試体(ア

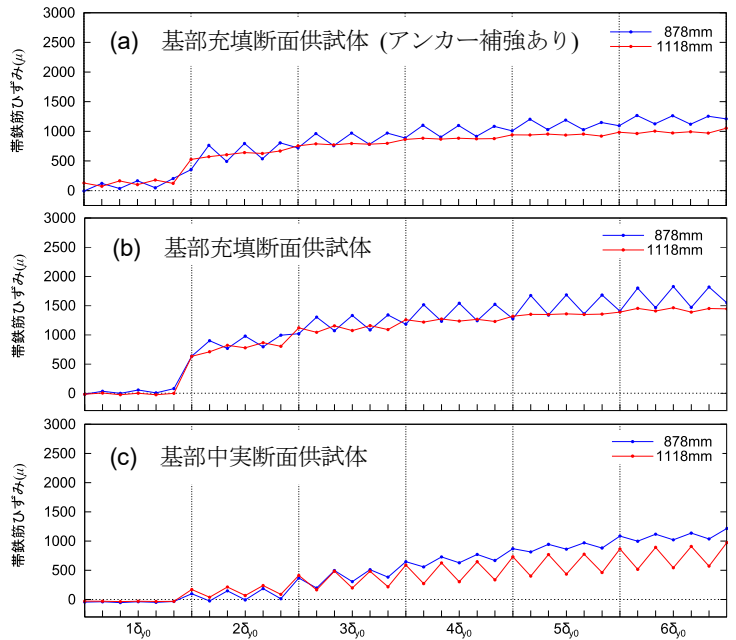


図-3 外側帯鉄筋のひずみの荷重サイクル歴

ンカー補強あり)では帯鉄筋ひずみの増加が緩やかであった。このことから、アンカー補強によって荷重振幅が小さい領域ではせん断抵抗性の増加があまり確認されなかったが、荷重振幅が増加するとせん断力がアンカー鉄筋を通して充填部に十分伝わるようになり、結果として帯鉄筋の負担が軽減されたと考えられる。

4. まとめ

既設部と充填部をアンカー結合したRC柱に対して正負交番荷重を行った結果、終局以降の荷重において急激な軸沈下や耐力低下が抑制された。さらに、帯鉄筋のひずみに関しては、荷重振幅が小さい段階ではアンカー補強の効果が明確ではなかったが、荷重振幅が増加するとその効果確認できた。

謝辞：本研究の一部は科学研究費補助金基盤研究(A)21H04574 と、科学研究費補助金若手研究 21K14231の助成を受けて実施した。また、西日本高速道路株式会社との共同研究として実施した。謝意を表します。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，V 耐震設計編，2012。
- 2) 綾城威歩生，植村佳大，高橋良和：コンクリート充填補強を施した中空断面 RC 柱の正負交 番荷重実験，令和 4 年度土木学会全国大会第 77 回年次学術講演会，V-56，2022