

RCラーメン隅角部の変形特性について

○ 東北大学 学 野矢 伸一郎
東北大学 学 高橋 直正
東北大学 学 桑沢 庄次郎

/ まえがき

RCラーメン構造物が地震による水平荷重を受けた場合、梁柱の接合部付近には曲げおよびせん断力の作用によりひびわれが発生し、さらに塑性ヒンジの形成、ついに構造物がメカニズムへ移行することがある。このようにラーメン隅角部付近は他の部材よりも塑性化しやすいので設計施工において、耐力靱性が十分発揮できるように配慮する必要がある。本研究はRCラーメン隅角部付近を実験対象にして、隅角部内のスターラップ比、直交梁の有無および荷重方法が、耐力、靱性、復元力特性等に及ぼす影響について実験的に調べることを目的としたものである。

2 実験概要

載荷時のコンクリート圧縮強度および引張強度は表-1のとおりである。鉄筋は軸方向主鉄筋にD22(SD35)、スターラップにはD6(SD30)、D10(SD35)を使用した。供試体の形状寸法を図-1に示す。断面は梁柱ともそれぞれ対称であるが、梁の有効高さは、柱に一定軸力($\sigma_c=16\text{ kg/cm}^2$)を常に作用させ供試体を開載荷させた時、梁と柱の曲げ耐力が等しくなるように決めた。各供試体とも断面の形状寸法、軸方向主鉄筋比、柱の軸力、梁柱におけるせん断補強量(D6, 7cm間隔)は同じとした。実験に用いた供試体の諸元を表-1に示す。載荷は図-1に示すように、柱に一定軸力($\sigma_c=16\text{ kg/cm}^2$)を作用させておき、梁端と柱端との相対変位を尺度として交番繰返し載荷、あるいは一方方向載荷をおこなった。なお交番載荷の際には、柱に加えた一定軸力と繰返し荷重により梁には正負の軸力($0\pm6\text{ kg/cm}^2$)、柱には常に圧縮力($16\pm6\text{ kg/cm}^2$)が作用するようにした。

3 実験結果および考察

結果の一覧を表-2に掲げる。なお参考までにこの表に曲げによる降伏耐力、終局耐力の計算値をのせておいた。実験結果の荷重はいずれも開載荷時のものである。以下 各変動要因が破壊形態、靱性および荷重-変形特性に及ぼす影響について項目別に述べる。

隅角部内のスターラップの影響: CA-Aシリーズのいずれの供試体においても、開載荷を行うと、まず図-3における曲げひびわれ①が発生し、続いて約 $P=7^\circ$ で隅角部内に斜めひびわれ②が発生した。開載荷時には、 $P=-8^\circ$ で斜めひびわれ③、④が

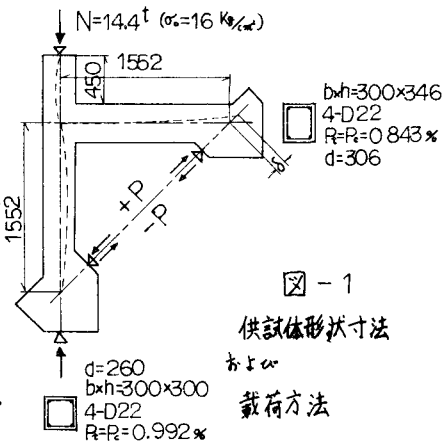


図-1

供試体形状寸法

および

載荷方法

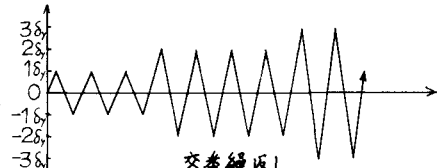


図-2 交番繰返し 載荷パターンの一例

表-1 供試体諸元

供試体	隅角部内のスターラップ量		直交梁	載荷	載荷時のコンクリート圧縮強度(引張 σ_t)
	梁方向	柱方向			
CA-A-a-1	D6 S=9.5 cm^2 P=0.22%	D6 S=11.8 cm^2 P=0.18%	無	一方方向	322 kg/cm^2 (31)
a-2	"	"	"	交番繰返し	338 (31)
b-2	D6 S=6.3 P=0.34	D6 S=7.9 P=0.27	"	"	337 (30)
c-2	D10 S=9.5 P=0.50	D10 S=11.8 P=0.40	"	"	337 (30)
d-2	P=0	P=0	"	"	334 (25)
B-a-2	D6 S=9.5 P=0.22	D6 S=11.8 P=0.18	両側面に長さ26cmの直交梁	"	347 (27)
c-2	D10 S=9.5 P=0.50	D10 S=11.8 P=0.40	直交梁	"	347 (27)

が発生した。さらに載荷を続けると斜めひびわれ②が柱の軸方向主鉄筋に沿って伸展し、最終的にせん断破壊を起こして終局に致った。(図-3参照) また、どの供試体も変位水準28の繰返しで耐力の低下が認められ、その割合は隅角部内のスターラップ量の少ないものほど大きく、さらに吸収エネルギーもスターラップ量の少ないものほど小さくなる傾向があった。(図-4,5参照) 特に隅角部内無補強の供試体CA-A-d-2は他のものに比べ部材降伏時の荷重が約15%低く吸収エネルギーにもその影響が現われていた。

直交梁の影響：隅角部付近の破壊形態については、直交梁のついた供試体CA-BシリーズはCA-Aシリーズとは異り、柱の外側軸方向主鉄筋に沿ったひびわれを伴うせん断破壊と隅角部側面のコンクリートの曲げ圧縮破壊の複合されたものである。直交梁のない供試体は変位水準28で斜形から逆S字形に移行するせん断型の荷重-変形特性を示したが、直交梁があると隅角部内でのひびわれの発生・伸展が拘束され、そのため隅角部と梁との接合面での曲げの影響が大きく、P-δ図も変位水準38に致るまで鉤鉤形を示していた。(図-6参照) また吸収エネルギーも大きかった。供試体CA-B-a-2とCA-B-c-2はともに直交梁を有し、隅角部内のスターラップ量が異なるが、両供試体の荷重-変形特性にはほとんど差が認められなかった。また直交梁のないCA-Aシリーズでは開載荷の耐力が低下すると、閉載荷の耐力も低下したが、直交梁を有するCA-Bシリーズでは閉載荷のピーク耐力はほとんど低下しなかった。(図-4,5参照) なお、直交梁を有した供試体で隅角部内に発生したひびわれは直交梁端面までは到達していなかった。

載荷方法の影響：隅角部内のスターラップ量が同一である供試体(CA-A-a-1とCA-A-a-2)に一方方向載荷と交番繰返し載荷を行った場合のP-δ図を図-4に示す。この図より耐力はほぼ同じであるが靱性には著しい差があることがわかる。(μ=2およびμ=8)

表-2 結果一覧

供試体	降伏荷重 P_y			最大荷重 P_u			相当する水平変位 K_H			曲げひびわれ発生荷重		斜めひびわれ発生荷重	
	計算値	実験値	実針	計算値	実験値	実針	$P_{計算}$	$P_{u計算}$	$P_{実験}$	$P_{計算}$	$P_{u計算}$	$P_{実験}$	$P_{u計算}$
CA-A-a-1	7.64 ^t	7.1 ^t	0.93	9.76 ^t	7.7 ^t	0.77	0.25	0.32	0.23	19 ^t	74 ^t	74 ^t	74 ^t
a-2	〃	7.2	0.91	〃	7.2	0.74	〃	〃	〃	0.24	〃	〃	72
b-2	〃	7.5	0.98	〃	7.5	0.77	〃	〃	〃	0.25	〃	〃	—*
c-2	〃	7.3	0.96	〃	7.7	0.79	〃	〃	〃	0.24	2.9	72	72
d-2	〃	6.3	0.83	〃	6.6	0.68	〃	〃	〃	0.21	3.0	—*	—*
B-a-2	〃	7.5	0.98	〃	7.7	0.79	〃	〃	〃	0.25	2.9	68	68
c-2	〃	7.3	0.96	〃	7.7	0.79	〃	〃	〃	0.24	3.0	76	76

—* 曲げひびわれが斜めひびわれと一つになって伸展したものを示す

