

京都大学 正 ○矢村 潔
 京都大学 鈴木 智郎
 京都大学 正 平沢 征夫

(1) まえがき

一般に不静定骨組構造の解析では各構成部材の変形挙動が応力分布にも影響を与え、この中でコンクリート構造では、曲げひびわれの発達によって部材の剛性が変化すること、部材断面の回転能力が小さいことなどを考えれば、その弾塑性挙動は一段と複雑となることが推測される。本研究は鉄筋コンクリート小型ボックスラーメンの載荷試験を行ない、各構成部材が主として曲げ応力を受ける場合のひびわれ発生によるモーメント再分配の様子、塑性ヒンジ生成によるモーメント再分配の様子、隅角部近傍の挙動、終局強度等について検討し考察を加えたものである。

(2) 実験概要

使用コンクリートは普通ポルトランドセメント、礫石(最大骨材寸法: 15mm)、川砂を用い、載荷試験時(枚令: 28日)における圧縮強度 27.5 kg/cm^2 、曲げ引張強度 33.0 kg/cm^2 、割裂引張強度 25.7 kg/cm^2 、ヤング係数 $2.75 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 程度のものである。また鉄筋は主鉄筋としてD10異形棒鋼(降伏応力 3750 kg/cm^2 程度)、スターリップ用としてφ4普通丸鋼を使用した。

ボックスラーメンの大きさは外縁90cmの正方形とし部材断面は図-1に示す2種類とした。各供試体の要因の組み合わせを表-1に示す。また部材断面の基礎資料を得る目的でラーメンの構成部材と同一の断面を有する単純はりの載荷試験も同時に行なった。なおすべての供試体はスパン全域にわたってスターリップを4~5cm間隔で配置した。ラーメン隅角部の補強は特別行なわなかった。

載荷試験は図-2に示すように単純はりでは2点集中載荷、ラーメンでは1点集中載荷で行ない各荷重段階で限界断面(単純はり: スパン中央断面、ラーメン: 載荷点断面、上側隅角部のはりのつけ根および柱のつけ根)の引張鉄筋ひずみ、圧縮線コンクリートひずみ、スパン中央の変形等を測定すると同時にひびわれ発達状況を観察した。

(3) 実験結果とその考察

実験結果を表-2に示す。表中の理論解は以下に示すモーメント再分配を仮定して図-4~図-6から求めたものである。

単純はり試験におけるスパン中央の引張鉄筋ひずみとモーメントの関係を図-3に示す。図中の計算値は部材断面をいくつかのelementに分割し各elementに材料定数を与え軸力とモーメントのつり合いから求めたものである。両者を比較するとあまり合っていないが、これは計算においてコンクリートの乾燥収縮の影響を無視したためにひびわれ発生荷重が合わなかったこと、実験値がひびわれ発生による付着の変動の影響がかなり

表-1 実験計画

供試体記号	はり断面	柱断面	l (cm)	h (cm)	
S-1	A	-	78	-	単純はり
S-2	B	-	75	-	"
F-1	A	A	78	78	ラーメン
F-2	B	A	78	75	"
F-3	A	B	75	78	"

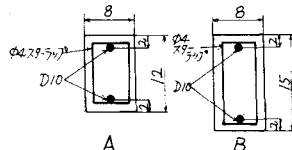
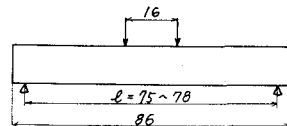
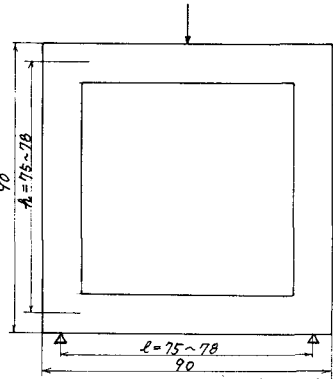


図-1 断面形状



(a) 単純はり



(b) ラーメン (単位: cm)

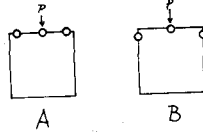
図-2 載荷方法

受けている等のためと考えられる。なお以下のラーメンの解析には実験値の方を用いた。

表-2 実験結果

供試体記号	積算荷重 (ton)		P/Pc	破壊機構	
	実験値 P	計算値 P _c		実	理論
S-1	2.53	2.21	1.14	-	-
S-2	3.44	3.17	1.09	-	-
F-1	4.25	4.19	1.01	B	B
F-2	5.05	4.87	1.03	B	B
F-3	5.05	5.05	1.00	A	B

ラーメンの限界断面における荷重とモーメントの関係は図4~図6に示す。図中の計算値はびびわれ発生による曲げ剛性の減少を考慮せずに全断面有効とした部材断面が完全弾塑性体として挙動するとして求めたものである。また、M_{P1}はB断面、M_{P2}はA断面の最大抵抗モーメント(実験値)である。図中の実験値は各限界断面で測定した鉄筋ひずみと図-3の実験値に付したさせて求めたものである。なお柱の場合軸力の影響は無視した。隅角部のモーメントで実験値が計算値を上まわっているのは鉄筋ひずみの測定位置が隅角部の圆心方向にずれていたためと、軸力を無視したためと考えられる。



以上を図表を参考にして本研究で得られた結果をごく簡単に要約すると
 (1) 本実験に関する限り、終局強度の実験値と計算値はよく合っており、塑性ヒンジ生成によるモーメント再分配はほぼ完全であると考えることができよう。
 (2) びびわれ発生によるモーメント再分配はモーメントの大きい限界断面のモーメントを減少させる方向に作用する。
 (3) スパン長に比してはり高の大きい場合、終局強度を求めるときは隅角部を1本の限界断面と考えずに本解析で行なったように、隅角部自体の破壊、はり部での破壊、柱部での破壊に分けて考える必要がある。したがって隅角部の補強を要する場合には、はり部あるいは柱部が最大抵抗モーメントに達する荷重時における応力状態に耐えるようにするのが有利である。

なおびびわれ発生による部材断面剛性の低下によるモーメント再分配の定量的解析および変形挙動の解析については講演会当日行なう予定である。

参考文献: 小柳治, 矢相潔, 境賢治 "RC連続はりの変形特性について" セメント技術年報 XXIII 頁 84

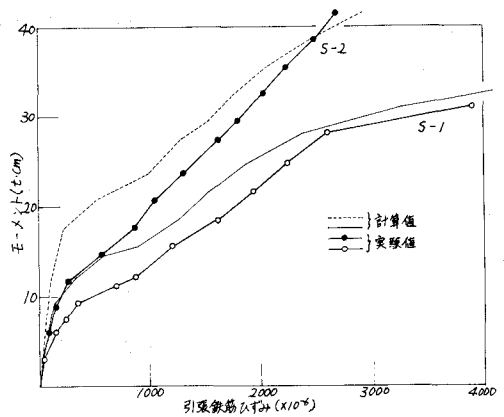


図-3 単純はり モーメント~引張鉄筋ひずみ

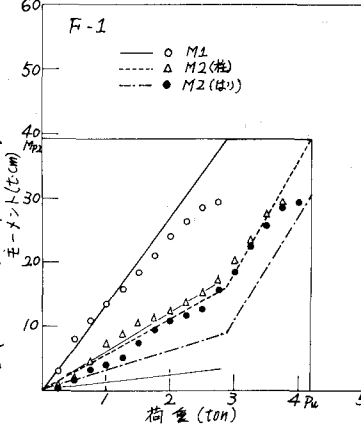


図-4 荷重~限界断面のモーメント (F-1)

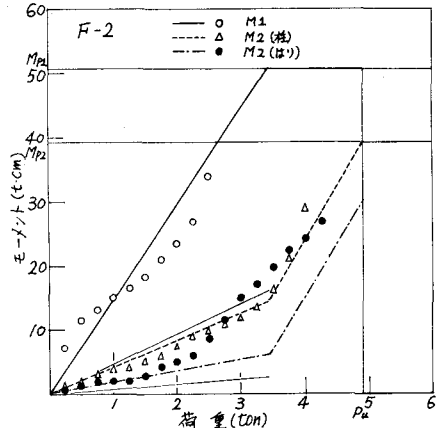


図-5 荷重~限界断面のモーメント (F-2)

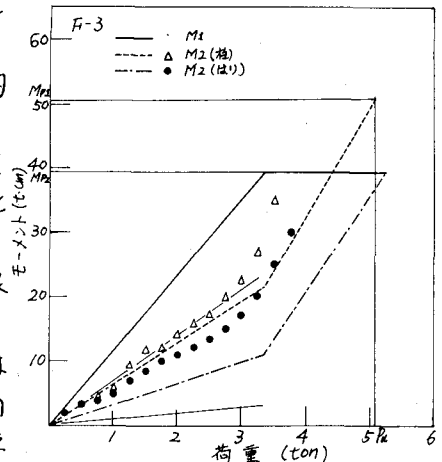


図-6 荷重~限界断面のモーメント (F-3)