

笹谷輝勝 *1 吉野次彦 *1 田中礼治 *2

— 235 —

製した。断面は40cm×60cm、シアスパン比は3.0とし、主筋は各試験体とも上端、下端に各3本（ $p_t=1.12\%$ ）配筋した。RC-00は比較のために行ったもので、圧接継手のない試験体である。BJ-10は上端筋、下端筋とも危険断面近傍、すなわち柱型側面から60mmの位置で全数ガス圧接継手したもの、BJ-05は柱側面から部材せい（600mm）離れた位置で全数継手を行ったもの、BJ-06は主筋3本の内2本は危険断面近傍、すなわち柱側面から60mmの位置で圧接継手し、他の1本はRC規準に従って400mm離れた位置で継手したもの、BJ-03は主筋3本の内1本を柱側面から60mmの位置で継手し、2本を400mm離れた位置で継手した試験体である。せん断補強筋量は μ_{tmin} で算定し、曲げ最大荷重時のせん断力を充分上回るようにD13-125@（ $p_w=0.51\%$ ）とした。なお、試験体の作製時に圧接部の引張試験片を作製し引張試験を行った結果、圧部より約10cmの位置で母材破断し、降伏強度、引張強さは母材と同じであった。

3. 実験方法

加力および変位測定方法を図-2に示す。加力は単純梁形式の正負交番繰返し載荷とし、コンクリート打設時の下端筋が引張り応力となる方向を正加力とした。載荷履歴プログラムを図-3に示す。加力はRC-00を最初に行い、ひびわれ発生（ δ_{cr} ）および主筋降伏時（ δ_y ）までを荷重制御とし、それ以降を変位制御とした。継手を有する試験体はRC-00を基準とし、ひびわれ発生で除荷した後、 δ_y 以降はRC-00と同一の変位で、変位制御を行った。

変位の制御は柱型部分に取り付けたゲージホルダーと支持点位置の相対変位で行った。

左右の梁で変形が多少異なるため、変位制御は先に主筋が δ_y に達した方の梁変位で制御を行った。

4 実験結果

および考察

実験結果の一覧を表-2に、ひびわれの発生状況、最終破壊状況を図-4に、RC-00とBJシリーズとの弾性域における

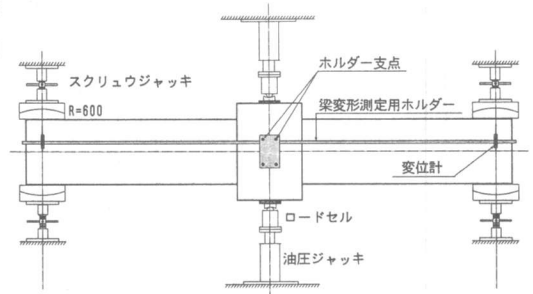


図-2 加力および変位測定方法

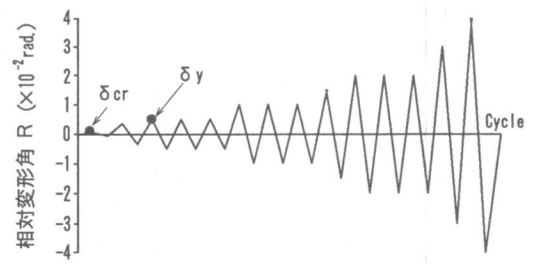


図-3 載荷履歴プログラム

表-2 実験結果

		初期剛性 (tf/cm)			降伏荷重 (tf)			最大荷重 (tf)				
		実験値	計算値	実/計	実験値	計算値	実/計	実験値	計算①	比①	計算②	比②
RC-00	正	73	118	0.62	21.2	23.9	0.89	28.7	24.9	1.15	37.8	0.76
	負	—	—	—	-21.9	-23.9	0.92	-30.2	-24.9	1.21	-37.8	0.80
BJ-10	正	86	111	0.77	24.2	23.8	1.02	29.5	24.6	1.20	37.1	0.80
	負	—	—	—	-23.6	-23.8	0.99	-29.8	-24.6	1.21	-37.1	0.80
BJ-05	正	83	111	0.75	22.8	23.8	0.96	28.6	24.6	1.16	37.1	0.77
	負	—	—	—	-23.9	-23.8	1.00	-31.2	-24.6	1.31	-37.1	0.84
BJ-06	正	76	111	0.68	23.1	23.8	0.97	28.8	24.6	1.17	37.1	0.78
	負	—	—	—	-23.4	-23.8	0.98	-31.1	-24.6	1.26	-37.1	0.84
BJ-03	正	72	111	0.65	22.8	23.8	0.96	28.8	24.6	1.17	37.1	0.78
	負	—	—	—	-23.2	-23.8	0.97	-31.2	-24.6	1.27	-37.1	0.84

注1) 降伏荷重計算値, 最大荷重計算値①はe関数法による曲げ耐力計算値

2) 計算値②は終局強度型耐震設計指針・A法によるせん断耐力計算値

$$Q_u = b j p_w \sigma_y \cot \phi + \tan \theta (1 - \beta) b D \nu \sigma_s / 2$$

$$\cot \phi = 1.0 \quad \nu = 0.25 \nu_o$$

履歴の比較を図-5に、梁端の荷重変形曲線および主筋のひずみ分布を図-6～10に示す。加力は部材角 $R = \pm 4/100 \text{ rad.}$ まで変形を与えた後中止したが、この時点で耐力は変形の増大とともに漸増しており、5体とも安定した履歴性状を示した。

4. 1 ひびわれおよび破壊状況

図-4に主筋降伏時 (δ_y) および最終加力時のひびわれの発生状況を示す。各試験体とも初期ひびわれは梁付け根より約10cmの位置に曲げひびわれが発生し、ひびわれの発生荷重は5体ともほぼ同じであり、観察の結果では、ひびわれ荷重および発生位置に関して継手の集中度、継手位置の影響はほとんど見られなかった。図-4(a)は危険断面近傍で全数継手したBJ-10と端部から600mmの位置で全数継手したBJ-05との主筋降伏時 (δ_y) のひびわれ発生状況である。両者を比較してもひびわれ発生位置はほとんど同じで、ガス圧接継手の影響は見られない。図にはBJ-10とBJ-05のみを示したが、RC-00と比較してもほとんど差はなかった。また、各サイクル毎の最大荷重時で曲げひびわれ幅の測定を行ったが、ひびわれ幅についても継手の位置による違いは見られなかった。各試験体とも $4\delta_y$ ($R=2.0/100\text{rad.}$) の繰り返しからせん断ひびわれが顕著となり、繰り返しが進むにしたがって、このひびわれ幅が大きくなった。この現象も継手の位置、継手の有無に係わらず同じであった。また、 $8\delta_y$ ($R=4.0/100 \text{ rad.}$) までの加力に対しても耐力が低下するようなことはなかった。

本試験体のような曲げ降伏型梁の場合には、ひびわれ発生荷重、破壊性状に対するガス圧接継手の継手集中度、継手位置の影響はほとんどないと考えられる。

4. 2 初期剛性

表-2に初期剛性の実験値と計算値との比較を示す。実験値は正荷重時の曲げひび

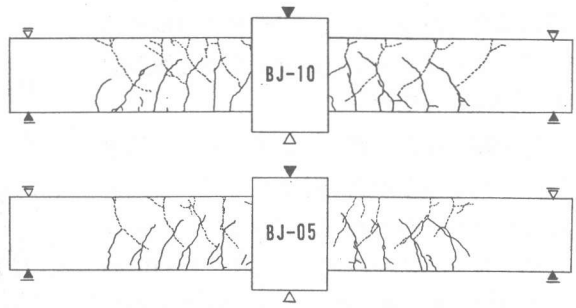


図-4(a) ひびわれ発生状況 (δ_y)

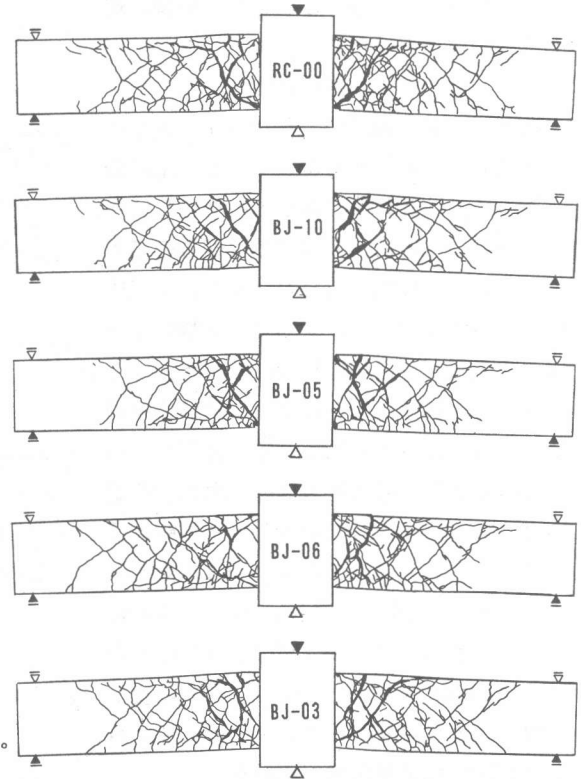


図-4(b) ひびわれ発生状況 (最終)

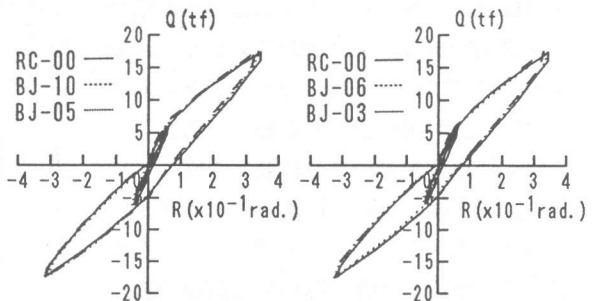


図-5 荷重変形曲線 (第2ループ: $0.8P_y$)

われ発生時の1つ手前のステップにおける割線剛性である。また、弾性域での繰り返しである第2ループ ($0.8P_y$) までの履歴曲線を図-5に示す。

初期剛性は計算値に対して0.62~0.77であり、継手のない試験体よりもBJシリーズの方がやや高かったが、図-5に示すように第2ループになると、RC-00とBJ-10, 05およびRC-00とBJ-06, 03では差がなくなる。

除荷時の剛性も同じであり、弾性域での履歴に対して全数継手したことの影響、継手位置による差はないといえる。

4. 3 耐力および変形状

表-2に実験結果の一覧を示す。表中の値は梁のせん断力で表示している。主筋降伏時の耐力は計算値に対して0.89~1.02とよく一致していた。最大荷重は変位の増大とともに漸増していたため、表中には最終加力時の値を示した。すべての試験体で負加力時の耐力が正加力時の耐力を上回っているが、これは自重を無視し、試験体の両端を支持した時点を基準として測定しているためである。最大耐力は曲げ耐力計算値に対して1.15~1.31であった。本試験体は5体とも $4\delta_y$ ($R=2.0/100 \text{ rad.}$) からせん断ひびわれが顕著となり、加力が進むに従って、このひびわれ幅が広がって行ったが、せん断破壊することなく、耐力は変形の増大とともに漸増しており、最終加力時まで安定した履歴曲線を示した。

表中の計算値②はRC造建物の終局強度型耐震設計指針・A法で算定したせん断耐力計算値である。最大耐力に対してせん断耐力余裕率は1.19~1.32であり、せん断力に対しては余裕があったと思われる。

梁支持点位置の荷重変位曲線を図-6に示す。繰り返しが進むに従って、荷重の小さいところでややハードスプリングとなるが、同一変位での繰り返しでは荷重の低下はなく、安定した履歴で、履歴曲線に5体

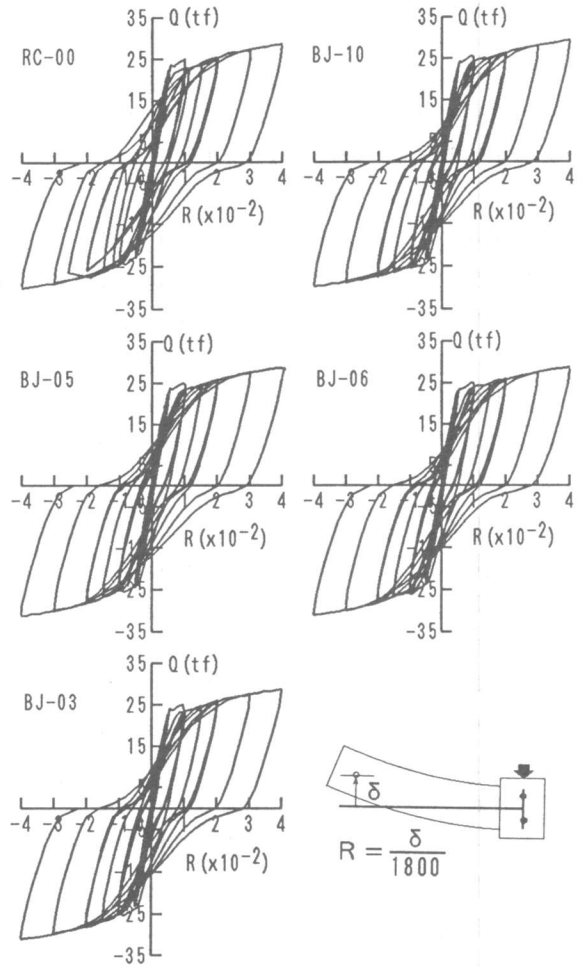


図-6 荷重変位曲線

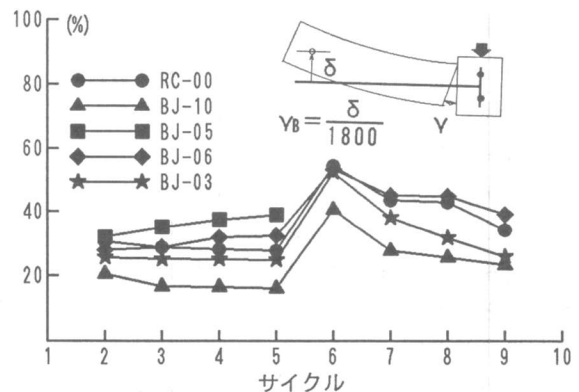


図-7 梁端部材角と梁付根回転角の比

の差はほとんど見られない。図-10 (a) ~ (c) は、各試験体の包絡線を比較したものである。(a) は同一断面で全数継手したものと継手のない試験体 (RC-00) との比較、(b) は継手位置を相互にずらした試験体とRC-00 との比較、(c) はBJ-10, 06, 03 の比較である。いずれの場合も継手集中度、継手位置の影響は見られなかった。主筋降伏後の剛性低下の割合はむしろ継手のある試験体の方が小さく、靱性に富んだ変形性状であった。図-7 は梁端の部材角に対する梁付け根の回転角の割合である。回転角はゲージ取付位置のひびわれ幅が広がった後は測定不能となったため $R=1.5/100\text{rad.}$ までを示した。RC-00 と継手位置をずらしたBJ-06, 03 とはほとんど同じ割合であったが、2~5 サイクル ($R=0.5/100\text{rad.}$) まではBJ-10 の割合が他の4体と比べて小さい。しかし、変形が増大すると他の4体との差は小さくなる傾向であった。

梁端の履歴曲線には危険断面近傍で全数継手を行ったものと、400mm ずらして継手したものと違いは全く見られなかったが、圧接部近傍の曲率に多少差があるものと思われる。しかし、この差は全体の挙動に影響を及ぼすほどではなく、曲げ降伏型の梁部材については、危険断面に集中して継手を設けても部材の変形性状に及ぼす影響はほとんどないものと思われる。

4. 4 ひずみ分布

図-8 に正荷重時の各荷重階における下端筋のひずみ分布を示す。また、図-9 に正荷重時の各断面における同一変形時の各試験体の下端筋のひずみ量の比較を示す。BJ-10 はRC-00 に比べて圧接部近傍のひずみが多少少ないが、圧接部近傍以外はほとんど差がな

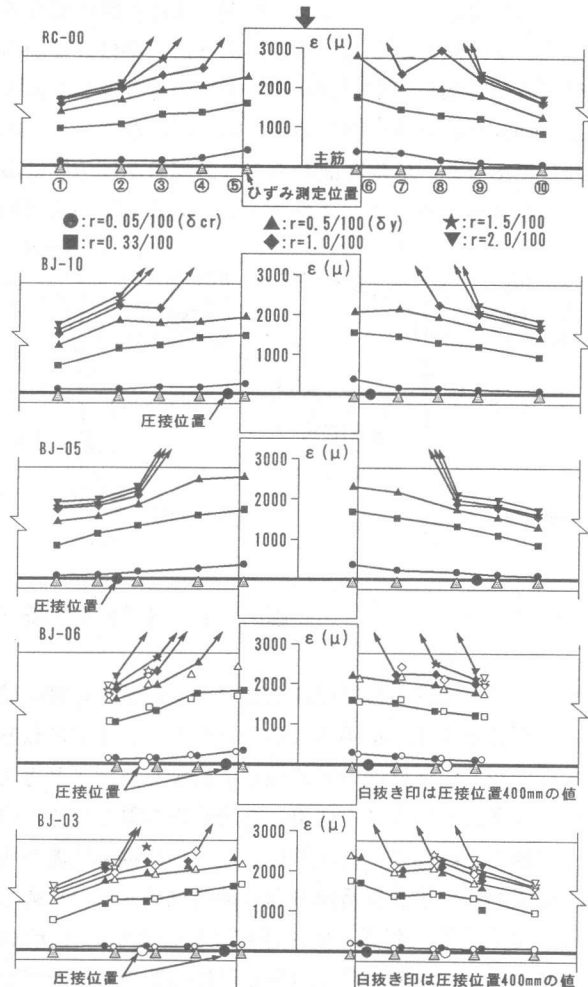


図-8 ひずみ分布

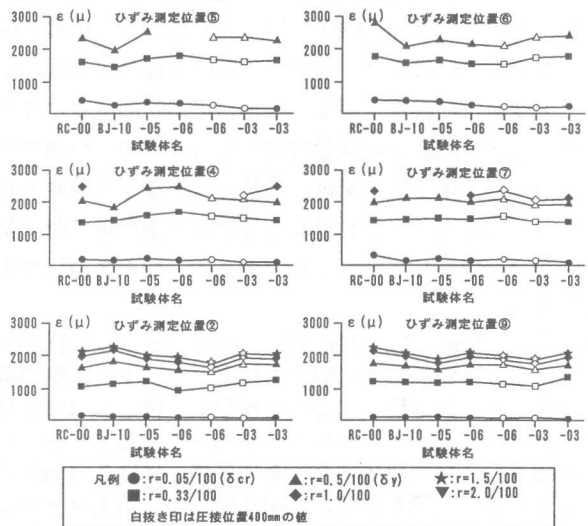


図-9 各断面のひずみ量

い。BJ-06 およびBJ-03 は同一断面で圧接位置の異なる2本の主筋にひずみゲージを貼付したが、両者のひずみ量はほとんど同じであった。梁付け根から1 D (600mm) 区間は、変形の増大に伴ってひずみが増加し、 $R=1/100\text{rad}$ までの繰返しでほとんど降伏ひずみに達したが、それより外側は $2/100\text{rad}$ 以降も弾性範囲であった。なお、全体のひずみ分布は継手位置に係わらずほとんど同じであった。危険断面から1 D区間のあばら筋は最終的にはすべて降伏ひずみを越えていたが、破断するようなことはなかった。危険断面から850mmの位置のあばら筋は弾性範囲であった。

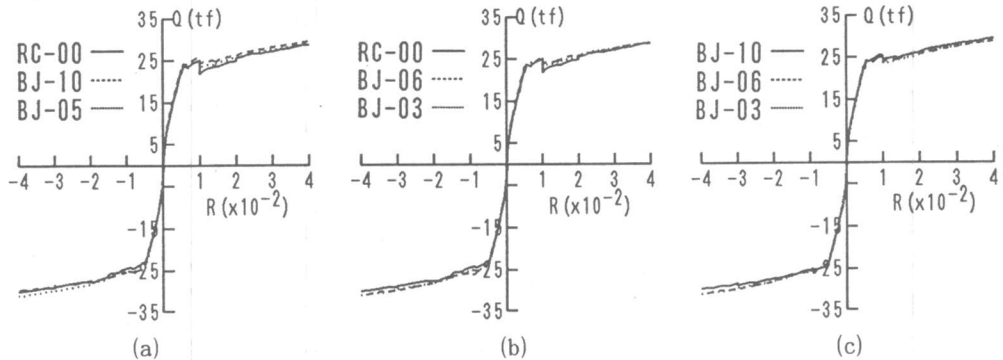


図-10 荷重変形曲線（包絡線）

5 ガス圧接継手の集中度および継手位置の影響に関する結論

ガス圧接継手は、継手部に膨らみができ、通常の鉄筋とは異質な部分となるので、それらの異質な部分がRC部材の力学的性状に影響を及ぼすと考えられる。そこで本報では、曲げ降伏型梁部材で太径鉄筋D32を使用した場合を対象として、危険断面近傍および危険断面から600mm離れた位置で全数継手した試験体、ならびに継手位置を相互にずらした試験体と継手なし試験体とを単純梁形式の正負交番繰返し載荷試験を行い比較した。その結果、ひびわれ発生状況、破壊状況、初期剛性、耐力、履歴性状などの力学的性状は継手のない試験体の力学的性状と同等であった。但し、主筋のひずみ分布はBJ-10のみ、わずかな違いはあるが、それも圧部近傍の降伏の時期が継手のないものと多少ずれる程度で、降伏後の分布は継手のないものと同じであった。一方、BJ-10以外の試験体は継手の有無、継手位置に関係なく、ひずみ分布はほとんど同じであった。これらの結果より、曲げ降伏型の梁部材で太径鉄筋D32を用いた場合でも、ガス圧接継手の集中度および継手位置は、梁部材の力学的性状にほとんど影響を及ぼさないことが分かった。また、曲げ耐力、せん断耐力の算定は継手のない部材を対象とした計算式で充分対応できることが分かった。本実験結果は、今後ガス圧接継手設計を見直す際の有効な資料となると思われる。

なお、本研究は（社）日本圧接協会「全数継手研究推進会」（委員長・園部泰寿筑波大学教授）の研究の一環として行ったものである。関係各位に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 浅岡茂・加藤友康・越田和憲・清水弥一・茂木国雄・吉野次彦・田中礼治：鉄筋コンクリート造における鉄筋継手に関する研究（その1 鉄筋の継手位置に関する設計事務所の標準仕様書の調査），日本建築学会大会梗概集，構造Ⅱ 1990.10，pp.667-668
- 2) 佐藤慶司・西仁・新井高之・成田一憲・田中礼治：同上（その5 ガス圧接継手の引張試験結果調査），日本建築学会大会梗概集，構造Ⅱ 1990.10，pp.675-676
- 3) 中埜良昭，山田登志郎，田中礼治：” 同上（その6 ガス圧接継手の設計法の考え方），日本建築学会大会本建築学会大会梗概集，構造Ⅱ 1990.10，pp.677-678