

(株) 神戸製鋼所 正員 葛西 俊一郎
 (株) 神戸製鋼所 正員 大冢 雄右
 (建) 中部地方建設局 正員 井上 啓一

1. ま え が き

昨年度は、曲げと軸力を受ける箱形断面部材の耐力について実験的研究を行い¹⁾、部材断面の幅厚比が $b/t = 40$ をこえると壁面に局部座屈などの不安定現象を生じ、これが部材の耐力や荷重-変形曲線などに著しい影響を与えることが明らかになった。

本報では、円形断面部材について前報と同様の実験を行い、径厚比 D/t (D : 外厚, t : 肉厚) の値が部材の挙動にどのような影響を与えるかを実験的に調べ、さうに若干の理論的考察をつけ加えた。

2. 試 験 体

表-1 に鋼材の機械的性質および試験体諸元を示す。

鋼材は STK41 である。試験体は表-1 に示されたように 6 種類であるが、これらの細長比 λ はすべての試験体に対し $\lambda = 0.15$ と一定とした。なお、日本建築学会の鋼構造設計基準では、 D/t の上限として $D/t = 100$ と定めているが、表-1 に示したように試験体 BCP-6 がこの規格外の値をもっている。

3. 実験方法

図-1 に載荷装置の概略および試験体の形状を示す。実験方法は昨年度の箱形断面の場合と同様であり、まずジャッキ①により試験体に一定の圧縮荷重 P を加え、次に、ジャッキ②によって水平荷重 Q を段階的に加えて試験体に曲げを与え、各荷重段階ごとに変位およびひずみの値を測定する。

4. 実験および計算結果

(a) 終局耐力

表-2 に実験および計算により得られた耐力の最大値 Q_m および Q'_m を、又、図-2 には終局状態における軸力と曲げモーメントの相関関係 ($P/P_y - M/M_y$) を示す。ここで、 M , M_p はそれぞれ柱脚における曲げモーメントおよび全塑性モーメントである。なお、計算値は単純塑性理論に基づく beam-column の数値積分の解である。

耐力は BCP-3 ($D/t = 63$) を境にして次の 2 通りに分けられる。すなわち

BCP-1, 2, 3 ($D/t \leq 63$) では、実験値と計算値はほぼ一致している。後の図-3 に示すように、これらの試験体では柱脚部管壁の局部変形が、水平荷重 Q が最大値 Q_m に達すると同時に、あるいは直後に目視できる程度に生じており、管壁の局部変形は Q_m の大きさにほとんど影響を及ぼさなかったものと思われる。

表-1 鋼材の機械的性質および試験体諸元

試験体 No.	降伏応力 σ_y (kg/mm ²)	破壊応力 σ_b (kg/mm ²)	外径 D (mm)	肉厚 t (mm)	D/t	長さ l (mm)	軸力比 P/P_y
BCP-1	3447	4625	406.4	6.4	63	1964	0.0
BCP-2	2800	3379	318.5	6.9	46	1532	0.3
BCP-3	3247	4433	406.4	6.4	63	1964	0.3
BCP-4	3768	4984	508.0	6.4	79	2466	0.3
BCP-5	3098	4489	609.6	6.4	95	2964	0.3
BCP-6	3248	4565	712.0	6.4	112	3487	0.3

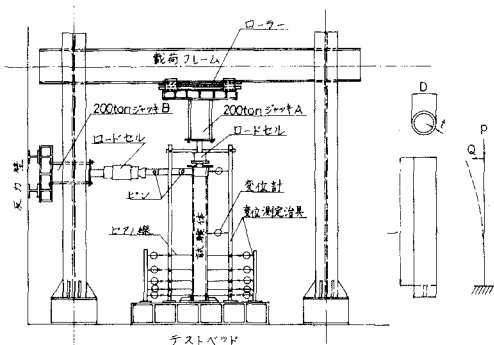


図-1 載荷装置の概略および試験体形状

表-2 円形断面柱の最大水平荷重

試験体 No.	実験による最大荷重 Q_m (ton)	計算による最大荷重 Q'_m (ton)	実験値/計算値	破壊状況
BCP-1	18.6	18.5	1.01	柱脚部の局部座屈 (凸形変形)
BCP-2	10.3	10.5	0.98	"
BCP-3	14.1	14.5	0.98	"
BCP-4	18.5	20.8	0.89	"
BCP-5	17.6	20.7	0.85	"
BCP-6	19.8	25.3	0.78	"

一方、BCP-4, 5, 6 ($D/t > 63$)では、実験値は計算値より約10%以上低下している。その傾向は D/t が大きくなるほど著しい。これらの試験体では、管壁の局所変形が、水平荷重が Q_m に達する以前に柱脚部、互縮管壁に生じ、荷重の増加とともにその変形が円形管側壁に広がっていった。これらの試験体の耐荷力 Q_m は柱脚部管壁の局所変形によって著しく低下させられたものと思われる。

(b) 荷重-変形関係

図-3(a), (b), (c)に円形断面部材の柱脚モーメント M/M_p と柱頭の変位 δ との関係を示す。ここでは、代表例としてBCP-2, 3, 6を示す。

図-3の3種の結果からわかるように、 D/t の如何にかかわらず実験より得られた荷重-変形曲線は定性的に同様な傾向を示している。つまり、いずれの試験体においても、水平力が Q_m に達したのちは、 Q_m の値が保持される間は短く、急激に Q が減少していく。その結果、実験値は、計算で得られた二次剛塑性曲線から著しくはなれた値となる。これは柱脚部に生じた局所変形が荷重の増加とともに管の周囲に広がり耐荷力を著しく低下させたものと思われる。

5. 考察

(1) BCP-1, 2, 3 のように比較的厚肉断面の終局耐荷力の値そのものについては、単純塑性理論に基づく計算値で十分に推定できるが、BCP-4, 5, 6 のような薄肉断面になると局所変形のため実験値は計算値をかなり下回り、上述の計算法では説明できなくなる。つまり、 D/t が80以上になるような薄肉断面において単純塑性理論を用いれば、耐荷力を実際の値より過大に見積る危険性があるので特に注意せねばならない。

(2) 荷重-変形関係は D/t の値に関係なく、すべて局所変形の影響を受けて同じ性状を示した。つまり、円形断面部材においては、局所変形はその断面が厚肉、薄肉にかかわらずすべての試験体の荷重-変形関係に同様の影響を及ぼすものと推定される。これは昨年度に実施された箱形断面の場合と著しく異なる点である。因みに箱形断面部材の荷重-変形関係について述べると、その部材断面が厚肉であれば荷重-変形関係は単純塑性理論に基づく計算値で十分に説明でき、局所変形は荷重-変形関係にはほとんど影響を及ぼさなかった。しかし、部材断面が薄肉になると局所変形により最大耐荷力 Q_m に達したのち急激に耐荷力が低下するという性状を示し、局所変形は荷重-変形関係に著しい影響を及ぼした。

6. 後記

この実験は耐震技術開発研究委員会鋼構造部会における活動の一環として実施したもので、実施にあたっては建設省土木研究所国広部長ならびに同研究所佐伯主任研究員、および神戸製鋼所構造研究所波田主任研究員の指導を得たことを記す。また、種々有益な助言を寄せられた名古屋大学福本助教授、東京大学西野助教授に対し、深甚の謝意を表する次第である。

参考文献 1) 藤原, 大冢, 高西: 「曲げと軸力を受ける箱形断面部材の終局耐荷力に関する実験的研究」, 土木学会第30回年次学術講演要集 昭和50年10月

2) 日本建築学会: 鋼構造設計基準, 丸善株式会社, 昭和49年4月

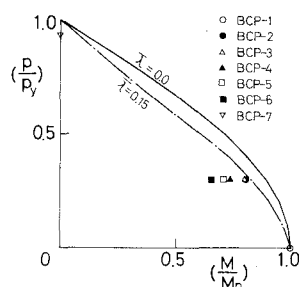


図-2 終局耐荷力の相関曲線

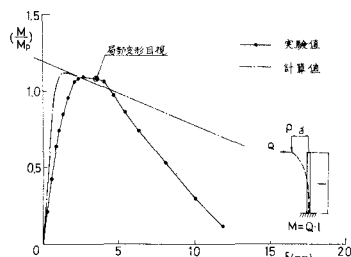


図-3(a) BCP-2 の M/M_p - δ 曲線

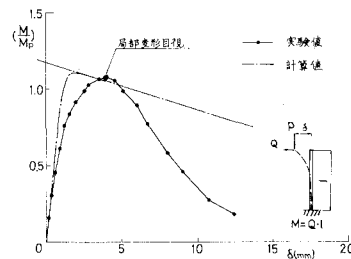


図-3(b) BCP-3 の M/M_p - δ 曲線

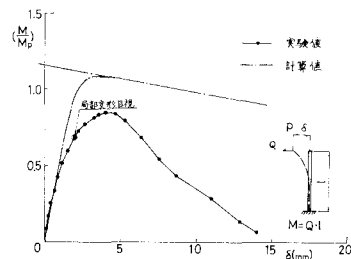


図-3(c) BCP-6 の M/M_p - δ 曲線