I－23

８０キロ鋼を使った十字型柱の圧縮実験

東京大学大学院　学生員　○羅　錦　榮
東京大学工学部　正　員　　西　野　文　雄
東京大学工学部　正　員　　奥　村　敏　恵

最近構造物の大形化にともない，高張力鋼を使用した構造物が設計される機会が多くなって来ている。ここに報告するのは，高張力鋼を圧縮部材に用いた場合の強度に関する一連の実験的研究の一部である。鋼道路橋示方書ではＳＳ４１を使用した圧縮力を受ける部材の自由突出フランジの巾厚比の最大値は一次部材について１２．５，２次部材について１７と規定されている。降伏応力の高い鋼材を使用する場合一般に巾厚比の制限はその降伏応力の比の平方根に反比例させればよいと考えられている。調質８０キロ鋼を使用した圧縮部材の自由突出フランジについてこの巾厚比の制限を実験によって確かめる為に実験をおこなった。

Ｈ形鋼，山形鋼の自由突出フランジが純圧縮を受ける場合と近い境界条件で簡単に実験をおこなう為，ここでは等脚の十字柱試験体を作り圧縮試験をおこなった。

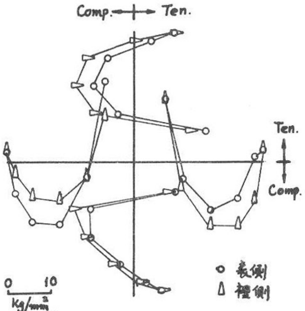
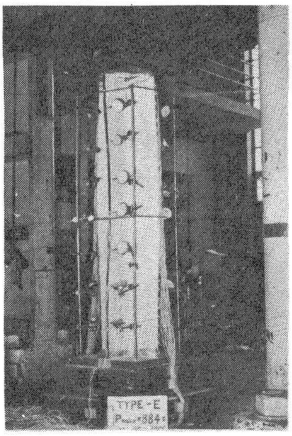


図１　残留応力分布

柱の実験に先立ち，素材の引張り試験，残留応力分布の測定をおこなった。使用した鋼材WEL-TEN８０-Ｃの引張降伏応力は74.9 Kg/mm²である。残留応力は軸方向に電気抵抗線歪計を貼り付けた後，電気抵抗線歪計のまわりを機械切断し，応力開放に伴なって生じる弾性歪を測定した。残留応力分布の１例を図１に示す（試験体Ａ）。溶接ビードおよびビード近辺の引張残留応力値は試験体の寸法にかかわらず大体一定の値になっている。圧縮残留応力値は試験体の大きさに関係し，突出フランジ巾が小さくなるにつれて大きくなる。圧縮残留応力の大体の値を各試験体についてまとめると表１の様になっている。どの試験体についても突出フランジ端部には引張残留応力がみられる。これはガス切断によって生じたものである。

表１　圧縮残留応力の平均値　（Kg/mm²）

Type Data	A	B	C	D	E
$\overline{\sigma}_{rc}$	9.04	7.34	6.60	4.65	4.27



純圧縮を受ける突出フランジ局部座屈と近い条件を十字形圧縮試験体で再現するには，試験体の４つの脚に出来るだけ均一に力を加える必要がある。この目的で試験体の両端は出来るだけ柱軸に直角な平面になる様に機械仕上げをおこなった。試験体をセットする場合，試験体の上下にそれぞれ１組のディスクをはさみ，これによって断面と柱軸の直角度の補正を行い得る様にした。試験体長さの1/4，3/4，中央の３つの断面で，それぞれ４つの脚の端部に軸方向歪を測定する為の電気抵抗線歪計を貼り，予想崩壊荷重の約半分の荷

重を加え，これら歪計の読みが出来るだけ均一になる様に上下のディスクを調整した。調整完了後，板のたわみ測定の為のダイアルゲージを柱軸方向に一定間隔で取りつけた。写真は試験体Eのセットの様子を示す。

表２　実験計画および実験結果

Data \ Type	A	B	C	D	E
L mm	600	801	1,000	1,200	1,600
b mm	77.0	1028	126.6	153.9	199.4
b/t	4.5	6	7.4	9	11.5
P_{max} ton	413	546	670	778	846
P_{max}/P_y	1.109	1.080	1.064	1.016	0.835

実験計画，および実験結果を表２に示す。実験によって得られた荷重−たわみ曲線（最大たわみが記録された断面での４つのダイアルゲージの読み）の１例を図２に示す。実験結果にもとずいて，座屈荷重を決める方法にはδ^2法を始め各種提案されているが，この実験の場合，いずれの方法を採用しても，最大荷重と座屈荷重の差は１〜２%以下になっているので表２には最大荷重のみを示してある。試験体Ｅの場合，最大荷重に達した時，一瞬にして十字全体が捩れ，同時に試験機の荷重計の指示値も低下した。したがってＥ試験体については座屈値と最大荷重とは一致しているものと考えてよいと思われる。３辺単純支持，残りの１辺が自由辺の板が残留応力を含む場合の座屈曲線上に実験結果をプロットしたものを図３に示す。Ａ，Ｂ，Ｃの試験体の耐荷力（≈座屈荷重）は降伏応力を越えている。巾厚比９のＤ試験体では丁度降伏荷重が作用した状態で座屈している。Ｅ試験体は普通に計算した座屈荷重より約5.5%低い荷重で座屈している。図１に示すＡ試験体中の残留応力を図３中の残留応力の様に理想化すればσ_{rc}/σ_Yの比は約0.12位となり，残留応力を考慮して求めた座屈荷重の理論値とは比較的よく一致しているのが見られる。

巾厚比の制限が鋼材の降伏応力の比の平方根に反比例してきびしくなるものとすると，SS41に対して12.5，17はWel-Ten 80-Cに対して，それぞれ7.3，10.0となる。これに対して図３は実験的にはこの巾厚比の制限を９前後におけばよい事を示している。

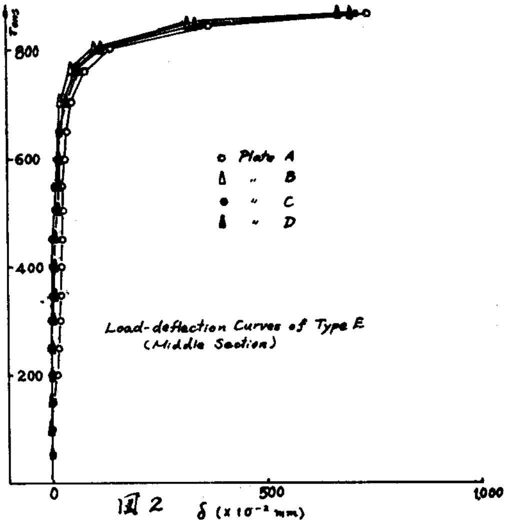


図２

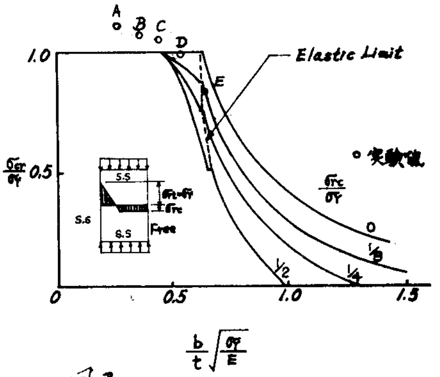


図３　Plate Buckling Curve