

大阪市立大学工学部 正 員 北田俊行

大阪市立大学工学部 正 員 中井 博

大阪市立大学工学部 正 員 中西克佳

大阪市立大学工学部 学生員〇児玉英明

1. まえがき 本研究では、構成板パネルの幅厚比が異なる3体の無補剛箱形断面の鋼製柱供試体に、想定した死荷重による軸方向圧縮力を一定にし、過大な地震荷重を与え、幅厚比の相違が地震時の柱の挙動に及ぼす影響を、ハイブリッド実験を通じて検討したものである。

2. 実験供試体 実験供試体は、図-1に示す一自由度系の柱部材として、道路橋示方書¹⁾にしたがって設計する。そこで、3体の鋼製柱供試体の製作方法を、まず示す。これらの実験供試体の断面は、それぞれの実験供試体において同じ鋼降伏水平荷重 H_{sy} をもつように設計されている。その際、軸方向圧縮力 P は、実橋脚に準じた値の範囲内で設定する。すなわち、これらの断面は、次式で与える地震荷重の水平震度 k_h 、

$$k_h = C_z C_g C_i C_T k_{ho} \quad \cdots \cdots (1)$$

および、その設計水平荷重 H 、

$$H_s = k_h W \quad \cdots \cdots (2)$$

から求めた重量 W が、上述の軸方向圧縮力 P とほぼ同じ値をとるようにした。ここに、 C_z 、 C_g 、 C_i 、 C_T 、および k_{ho} は、それぞれ地域別補正係数(=1.0)、地盤別補正係数(=1.0)、重要度別補正係数(=1.0)、構造物の固有振動周期と地盤との種別に応じて決められる係数(=1.25)、および標準設計水平震度(=0.2)である。

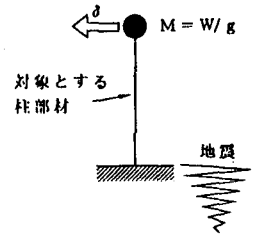


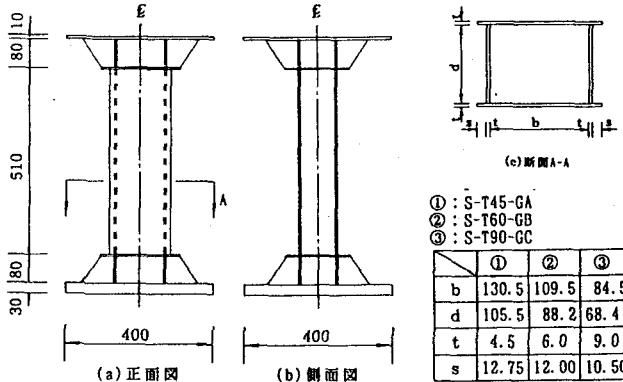
図-1 対象とする構造系

このようにして設計された実験供試体の内訳を、表-1に、またその形状・寸法を、図-2に示す。ここで、使用鋼板(SS400材)の板厚は、4.5mm、6.0mm、および9.0mmの3種類、すなわち、フランジ・プレートの幅厚比パラメーター $R(=\sqrt{\sigma_y/\sigma_{or}}$ 、 σ_y :降伏点、 σ_{or} :弾性座屈応力度)は、0.554、0.368、および0.188の3種類とした。また断面寸法比 b/d は1.24とした。なお、実験供試体の製作に当たっては、腹板とフランジ・プレートとの溶接部分が弱点とならないように、レ形の開先をとったグルーブ溶接を採用した。

表-1 実験供試体の内訳

No.	実験供試体名	実験供試体の特徴	軸方向圧縮力 $P/N \cdots$
1	S-T45-GA	$R=0.554$ $A=25.4$ $I=556.5$	0.151
2	S-T60-GB	$R=0.368$ $A=28.2$ $I=461.3$	0.130
3	S-T90-GC	$R=0.188$ $A=34.2$ $I=374.1$	0.105

注) P : 軸方向圧縮力(一定) A : 鋼断面積(cm^2)
 $N \cdots$: 鋼断面の全周接合部力 I : 断面二次モーメント(cm^4)
 R : 幅厚比パラメーター



① : S-T45-GA
 ② : S-T60-GB
 ③ : S-T90-GC

	①	②	③
b	130.5	109.5	84.5
d	105.5	88.2	68.4
t	4.5	6.0	9.0
s	12.75	12.00	10.50

3. 実験方法 実験に用いた載荷装置を、図-3に示す。このハイブリッド載荷装置は、

図-2 実験供試体の形状・寸法 (寸法単位:mm)

一定鉛直荷重と変動水平荷重とを独立に、または同時に載荷できるように設計されている。このうち、鉛直荷重はストローク50mmの静的油圧ジャッキにより、また水平荷重は、ストローク±150mmのアクチュエーターによって載荷する。この装置を用いて、3体の供試体に、表-1に示した一定の軸方向圧縮力を作用させたうえで、コンピューターで制御によって、Ⅱ種地盤における保有水平耐力照査用の地震荷重²⁾を作用させた。

なお、図-4には、入力地震波の水平加速度の時刻歴を示す。

このようにして得られた実験結果から、幅厚比の異なる3体の鋼製柱供試体の耐震性状について検討する

Toshiyuki KITADA, Hiroshi NAKAI, Katsuyoshi NAKANISHI and Hideaki KODAMA

4. 実験結果とその考察 実験結果以下に示す。

なお、変位は、水平荷重の作用点に着目する。

図-5、および図-6には、実験供試体S-T45-GA、S-T60-GB、およびS-T90-GCの応答変位の時刻歴、および水平荷重-応答変位曲線を示す。これらの図より、実験供試体S-T45-GAの崩壊に至るまでの応答時間が、最も長くなっていることがわかる。これは、この実験供試体が全3体の供試体の中で最も大きい耐力力、および曲げ剛性を有しているからである。また、3体の供試体とも、最大水平加速度($\ddot{x}=417.3\text{ga}$)が作用するリアルタイムで $T=10.0\text{sec}$ あたりから、変位が一方方向に増大し始め、崩壊に至っている。実験供試体のうち、S-T45-GA($R=0.554$)は、柱基部の局部座屈が著しく、応答変位の増大に伴う耐力力の低下が最も大きくなっている。ところが、それ以外の2体の実験供試体S-T60-GB、およびS-T90-GCでは、柱としての塑性変形を起こし著しく曲がっているものの、柱基部における局部座屈がほとんど起こらず、耐力力の低下が見られない。なお、これら3体の実験供試体のすべては、地震荷重載荷中に全塑性水平荷重にまで達している。

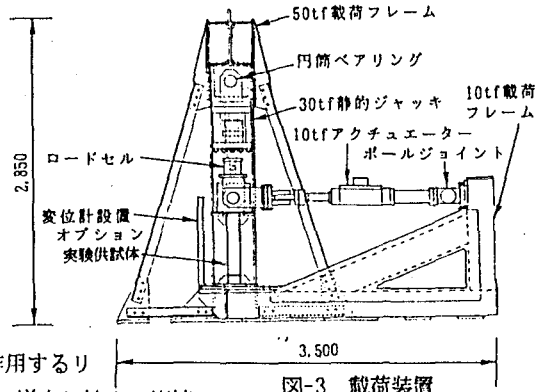


図-3 載荷装置

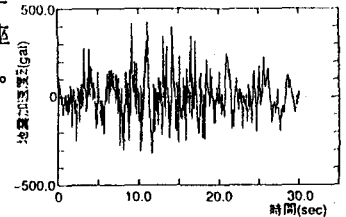
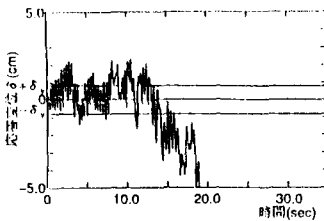
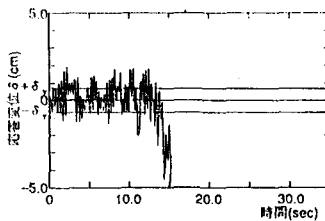


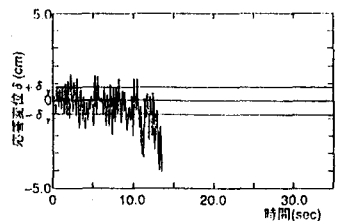
図-4 入力地震加速度の時刻歴



(a) S-T45-GAの応答変位の時刻歴

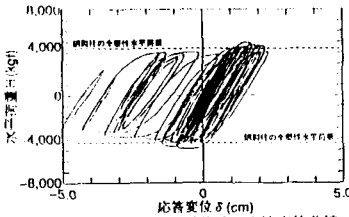


(b) S-T60-GBの応答変位の時刻歴

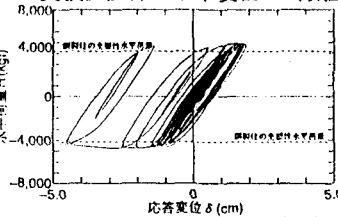


(c) S-T90-GCの応答変位の時刻歴

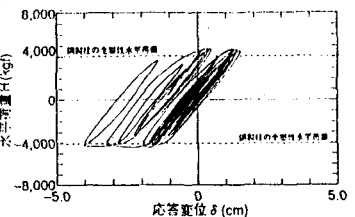
図-5 実験供試体の水平変位の時刻歴



(a) S-T45-GAの水平荷重-応答変位曲線



(b) S-T60-GBの水平荷重-応答変位曲線



(c) S-T90-GCの水平荷重-応答変位曲線

図-6 実験供試体の水平荷重-応答変位曲線

5. まとめ 本研究によって得られた結論をまとめると、以下に示すとおりである。

- (1) 道路橋示方書・同解説, V. 耐震設計編¹⁾にしたがって設計された耐震鋼製部材においては、幅厚比を小さくしても断面の強度(ほぼ全塑性水平荷重となる)以上の過大な作用断面力が地震によって発生すると、断面が著しく塑性変形するため、その部材を有する構造物が静定構造物であれば、崩壊につながる。
- (2) 幅厚比を小さくすると、使用鋼板が厚くなり、部材断面が小さくなる。したがって、断面二次モーメントも小さくなり、大きな地震荷重が作用して構造物が崩壊に至る場合の残留変形が大きくなる。しかし、鋼製板要素の局部座屈が発生しにくくなり、構造物が崩壊しても、最小限の補修で対応できる。

参考文献 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説, V. 耐震設計編, 丸善, pp.63~78 平成2年2月

2) 建設省：道路橋の免震設計マニュアル(案), 土木研究センター, pp.204~216