

I-150

コンクリート充てん合成柱の実験(その2)
-円形合成柱の繰返し荷重に対する弾塑性変位性状について-

榑 大 林 組	○正会員	野 村 敏 雄
首都高速道路公団	正会員	小田桐 直 幸
首都高速道路公団	正会員	宇佐見 健太郎
榑 大 林 組	正会員	岡 島 豊 行

1. まえがき

本報告では(その1)の実験における変位性状及び履歴性状を検討した結果について述べる。

2. 変位性状

図-1~4に各試験体の $P \sim \delta$ 曲線を示す。それらの $P \sim \delta$ 曲線の正荷重時の包絡線をCDC(Column Deflection Curves)法¹⁾による解析結果とともに図-5に示し、図-6には包絡線の荷重及び変位をそれぞれ P_p 及び δ_p (荷重を P_p として求めた弾性変位)で無次元化した $P/P_p \sim \delta / \delta_p$ 曲線を示す。

図-5はL90B-2の結果である。曲げびわれの発生、圧縮降伏($\gamma \approx 1/250$)、引張降伏、局部座屈の発生の順序で塑性化が進行するとともに剛性が低下してゆき、 $\gamma \approx 1/50$ で最大荷重に達し、 $\gamma \approx 1/40$ まで保持する。この段階までは、L110B-2とH90B-2はほぼ同様の傾向を示したが、L150B-2では座屈の発生と引張降伏が逆転し性状が多少劣る。各試験体とも最大荷重に達した後、 $P \sim \delta$ 曲線は負勾配となる。その勾配は軸力と変位による2次曲げモーメントを含めた全塑性耐荷力 P_p' 線の負勾配に近似しており、最大荷重を保持したままで、塑性ヒンジが回転し、変位の増加による2次曲げのために荷重低下が起こったと考えられる。しかし、 $\gamma = 1/16$ 程度まで変位させても、性状の顕著な劣化はみられない。

実験値をCDC解析値と比較すると、曲げびわれ発生から引張降伏まで、すなわち、弾性から塑性へ移行する過程では荷重、変位、ひずみとも良好な対応を示している。しかし、CDC解析では鋼管のひずみ硬化及びコンクリートの三軸効果は考慮していないので、両外縁が降伏した後は、徐々に塑性化領域を広げながら P_p' 線に下方から漸近してゆき実験値と対応しなくなる。

図-6で各試験体の変位性状を比較すると、圧縮縁の降伏までは各試験体とも同一である。その後もL150B-2以外の三体はほぼ同じ性状を示しているが、L150B-2の挙動はそれらと明らかに異なる。これは、他の三体と比較して座屈荷重が低い所に位置しており、局部座屈によるためと考えられる。

写真-1に破壊状況を示すが、座屈は加力点から5~15cmの領域にほぼ半周にわたって発生し、ふくらみ高さは約25mmである。

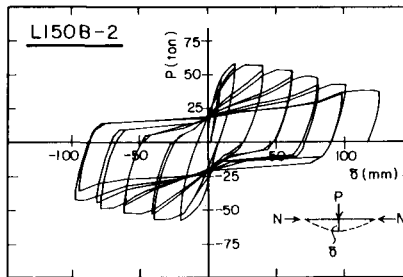


図-1 $P \sim \delta$ 曲線

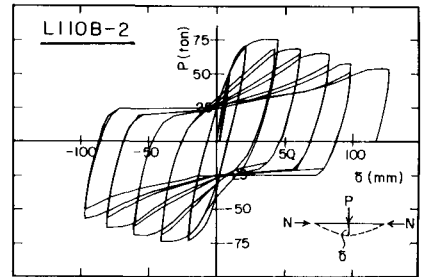


図-2 $P \sim \delta$ 曲線

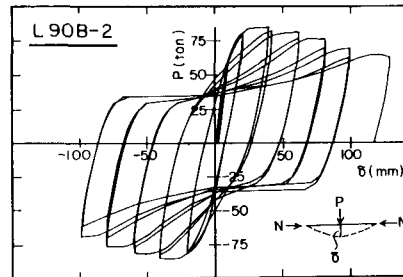


図-3 $P \sim \delta$ 曲線

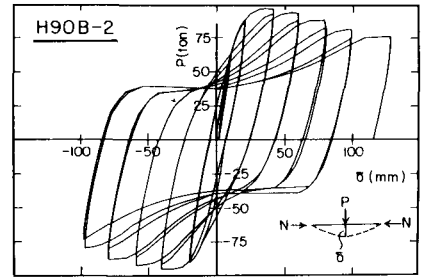


図-4 $P \sim \delta$ 曲線

3. 履歴性状

まず, 図-1~4をみると径厚比 $D/t = 150, 110$ では部材角 $\gamma = 1/100$, $D/t = 90$ では $\gamma = 2/100$ までは安定した紡錘形の履歴を示す。しかし, その後S字形の履歴性状を示し始め, 変位が大きくなるとその傾向が明確になる。また, S字形ループで変位が大きく流れるスリップ荷重は D/t が小さいほど高くなる。

なお, 同一変位振幅の繰返し加力によって $\gamma = 2/100$ 以後では各試験体とも10%程度の荷重の低下を示す。ただし, L150B-2では局部座屈が早いために $\gamma = 1/100$ でも荷重の低下が起こる。

図-1~4のように塑性化による吸収エネルギーは変位に比例して大きくなるとともに, D/t が小さいほど, P_p が大きいほど増加する。そこで, 図-7の減衰定数により定量的に検討する。各試験体とも変位増加とともに放物線状に増加し, D/t が小さいほど減衰定数は大きくなる傾向がみられる。また, 鋼材の種類でみるとSS41よりSM50の方が座屈に対して相対的に不利となるために減衰定数も多少小さい。しかし, 吸収エネルギーのような顕著な相違はなく $\gamma = 2/100$ では0.25, $\gamma = 4/100$ では0.3程度となっている。

4. まとめ

径厚比110以下では良好な変位性状を示すが, 径厚比150では早期の座屈の影響により多少劣る。また, CDC解析は引張降伏まで, すなわち, 弾性から塑性化に移行する過程では荷重, 変位とも実験値と良好な対応を示し, 合成柱の挙動を追跡することが可能である。

合成柱の履歴性状は $D/t \geq 110$ では $\gamma = 2/100$, $D/t = 90$ では $\gamma = 3/100$ までほぼ紡錘形の安定したループを示すが, その後, S字形に移行する。しかし, S字形でも減衰定数は $\gamma = 4/100$ で約0.3である。

参考文献

- 1) Chen, W.F. and Atsuta, T.: Theory of Beam-Columns, vol.1 Mc Graw-Hill(1976)

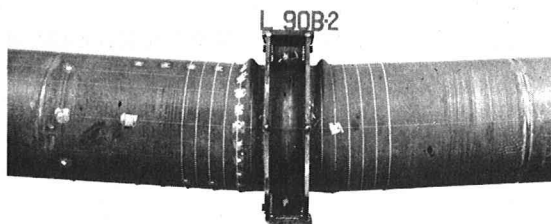


写真-1 破壊状況

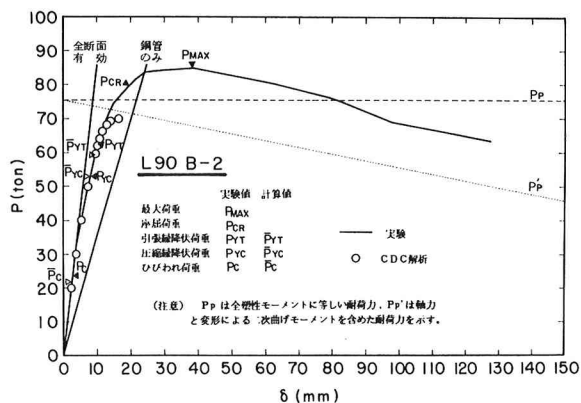


図-5 $P \sim \delta$ 曲線 (包絡線)

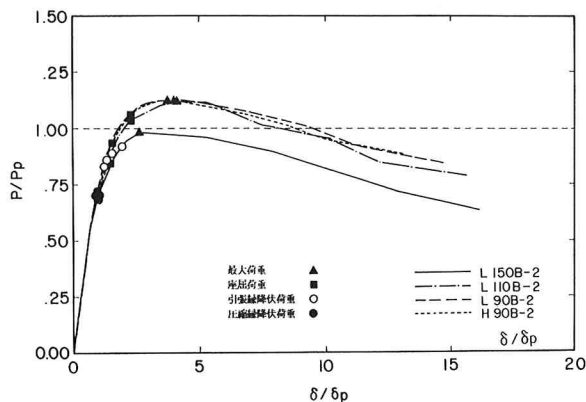


図-6 $P/P_p \sim \delta/\delta_p$ 曲線

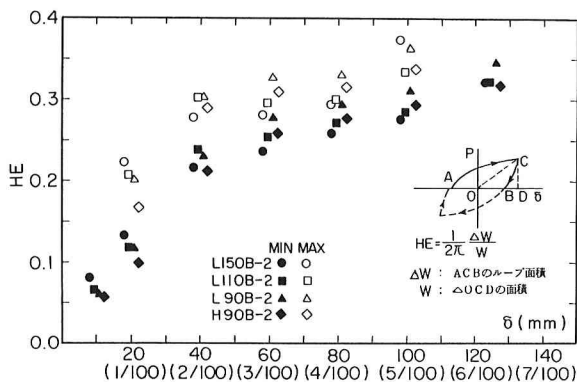


図-7 減衰定数