

首都高速道路公団 正会員 佐々木 一哉
早稲田大学理工学部 正会員 関 博

1. まえがき

近年、RC構造物の設計法が限界状態設計法に移行することに伴い、部材のたわみ等の使用限界状態に関する検討が設計上重要になってきている。そのために、RC部材の合理的な剛性評価法が必要となっている。現在までにいくつかのRC部材の剛性評価法が発表されているが、それらの多くは適用範囲が静定部材や低次不静定部材に限られており、高次不静定部材に適用可能な方法はまだ提案されていない。そこで、本研究では弾性地盤に支承された処理トンネルを想定した弾性床土上のRCばりの使用限界状態における部材剛性を、実験的・数値解析的に評価することを目的とした。

2. 実験概要

本研究では、弾性床土上のRCばりの実験モデルとして、11個の弾性支点上のRC連続ばりを考えた。

(1) 試験体

試験体は、コンクリ

ートの設計強度をZ40

kg/cm^2 とし、図1に示すように断面寸法を $10\text{cm} \times 15\text{cm}$ 、有効高さを 12cm とし、配筋は単鉄筋とした。使用鉄筋は、主鉄筋にSD30・D10（鉄筋比1.19%）および同D13（2.11%）、スタラップにSD30・D10を用いた。なお、スタラップはせん断破壊を生じないように十分な量を配置した。

(2) 弾性支点

弾性支点は、図2に示すように2つのバネで構成されており、1つの支点としてのバネ定数は約 $642\text{kg}/\text{cm}$ であった。試験体底面の単位面積当りのバネ定数に換算すると $3.53\text{kg}/\text{cm}^3$ であり、これは相対密度が小さい乾燥または湿潤状態の砂質土地盤、または相当軟弱な粘性土地盤の地盤反力係数に相当する。

(3) 試験方法

11個の弾性支点を 20cm 間隔で試験機のベッドに固定し、その上に試験体をセットして、図3に示すように1点荷重試験および2点荷重試験を行なった。荷重ステップは 200kg 刻みとし、

荷重荷重の上限は主鉄筋の降伏または支点沈下量が許容最大沈下量（ 20mm ）に達するのを目安とした。測定項目は図1に示す試験体の各断面（sec.1～7）でのコンクリートおよび鉄筋のひずみ、各支点の沈下量（図2に示す

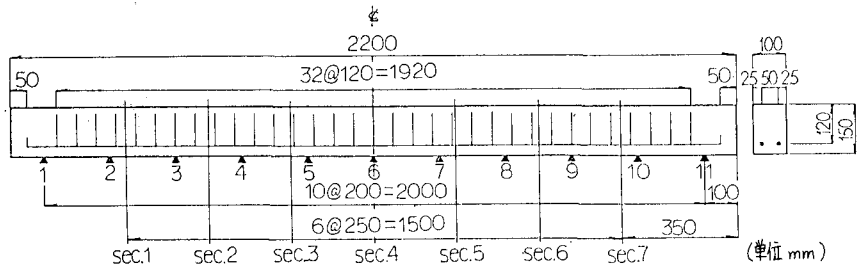


図1 試験体諸元

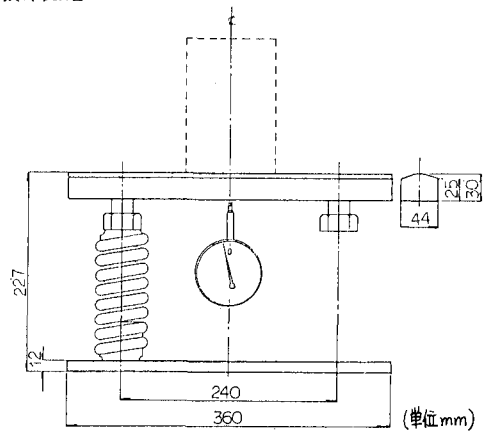


図2 弾性支点概略図

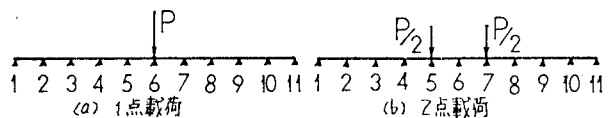


図3 荷重方法

ように支点中央でダイヤルゲージを用いて計測した), ひびわれの観察とした。

3. 実験結果および考察

本研究では, ひびわれ発生後の RC 部材の剛性評価法として Branson および青柳らの方法を用いて, 理論解析 (弾性床上的はりとして解析) とモデル解析 (弾性支点連続はりとしての解析) により試験体のたわみを求め, 実験値 (支点沈下量) と比較・検討した。

- 1) Branson の方法 ----- ひびわれ発生後の RC 部材の平均有効断面二次モーメント I_e を次式で表わす

$$I_e = (M_{cr}/M_{max})^3 I_g + [1 - (M_{cr}/M_{max})^3] I_{cr}$$

- 2) 青柳らの方法 ----- ひびわれ発生後の RC 部材の平均曲げ剛性 (EI) を次式で表わす

$$(EI)^* = \frac{bd^3 k^2 (1 - k/3) E_c}{2 [0.9k + (1 - k)\phi_s]}$$

ここで k : 圧縮縁から中立軸までの距離と有効高さの比
 ϕ_s : 平均化係数

また, これらの剛性評価法の検討範囲を, 使用限界状態を考慮して, 載荷荷重 P が $P_{cr} \leq P \leq 3P_{cr}$ の場合に限定した (P_{cr} : ひびわれ発生荷重 [$\approx 1000 \text{ kg}$])。なお, 比較のために現行の設計法 (ひびわれ発生後は引張側コンクリートの影響を無視する) による解析も行なった。

実験値とモデル解析値を比較すると, 試験体中央部 (支点 3~9) では, 1点載荷の場合, P が $1000, 2000 \text{ kg}$ のとき, 平均誤差が現行の設計法ではそれぞれ 10%, 5%, Branson の方法では 7%, 4%, 青柳らの方法では 6%, 4% となり, P が 3000 kg では 3 者の差はほとんどなく平均誤差が 3% であった。2点載荷の場合も, 青柳らの方法が実験値との適合が最も良かった。これより, 青柳らの方法は実際の部材の剛性低下の様子を良く表わしているといえる。

実験値と理論解析値の比較を図4に示す。これより試験体中央部では, Branson の方法・青柳らの方法いずれも実験値との誤差が 10% 以内におさまっている。また, 両者を比べると青柳らの方法の方が良い適合が得られた。このことより, これらの方法によって弾性床上の RC ばりの剛性評価が可能であると考えられる。しかし, 解析値は実験値より小さくなっており, 設計の際には危険側となるので設計式として用いするにはさらに検討が必要である。なお, 試験体端部での実験値と解析値の不適合は, 弾性支点の初期非線形性によるものと思われる。

4. 結論

Branson および青柳らの剛性評価法により弾性床上の RC ばりの剛性評価が可能であることが認められた。このうち, 青柳らの方法による解析値は実験値と良く適合した。また, 部材のたわみだけでなく断面力からの剛性評価の検討と, ここまで用いなかった他の剛性評価法の検討を今後の問題点とする。なお, 実験に際して大内秀君 (鹿島建設) と北川義孝君 (三井建設) に多大な御協力を頂いた。ここに謹んで感謝の意を表する次第である。

参考文献 1. 青柳大昭: “温度変位による鉄筋コンクリート中空円筒のひびわれ性状” セ技年報 昭和51年

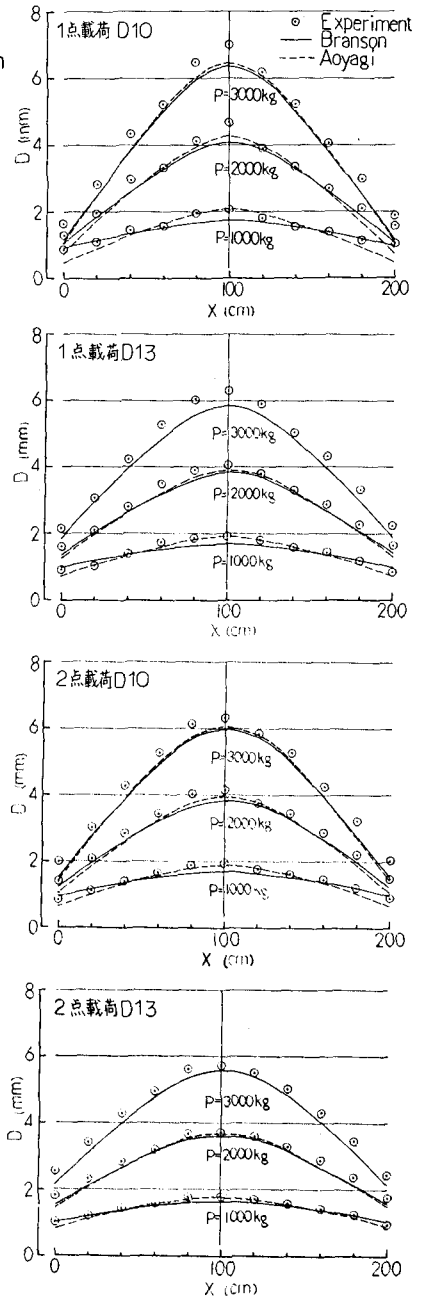


図4 荷重 P と支点沈下量 D の関係
 (X: 支点1からの距離)