

東洋技研コンサルタント(株) 正員 ○中野 晴之
 " " 島田 功
 " " 宮崎 平和
 " " 弓戸 秀規

1. まえがき

鉄筋コンクリート(以下RC)部材の耐震安全性は、耐力だけでなく部材降伏後の変形能力を大きくすることの重要性が認識されてきた。ラーメン橋脚は、不静定構造物であるため、部分的な塑性化が始まると応力の再分配が行われ、高いじん性と耐荷力を発揮するのではないかと考えられているが、北海道南西沖地震で、RCラーメン高架橋に被害が生じた事例¹⁾が報告されており、ラーメン橋脚についても鉄筋の降伏点を越えた非線形領域における耐力および変形性能を検討しておく必要がある。筆者は、一層一径間の等脚ラーメン橋脚モデルについて、ひびわれや鉄筋降伏などの材料非線形を考慮し、かぶりコンクリートが剥離するまでの追跡を行い、軸力が増加する側の柱に分担水平力が移行するなどの挙動を指摘した²⁾。

本報告は、一つの不等脚なラーメン橋脚モデルを対象にして、面内方向の水平変位を逐次増分させる方法で、同様な追跡を行い、耐力、変形性状を検討したものである。

2. 解析モデル

2.1 材料特性: コンクリート、鉄筋の応力-ひずみ関係を図-1、表-1の様に仮定した。

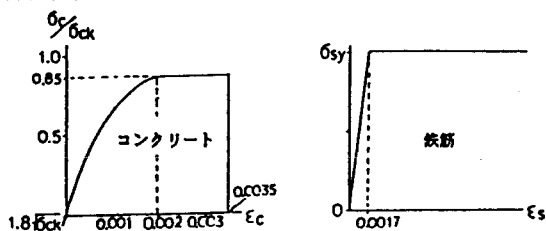


図-1 応力-ひずみ関係

表-1 材料	
コンクリート	σ_{ck}
設計基準強度	240 kgf/cm ²
鉄筋	σ_{sy}
SD 345	3500 kgf/cm ²

2.2 不等脚ラーメン橋脚: 図-2、表-2に示すモデルを仮定した。上部工反力は500tfで水平荷重は、はり上端からさらに2mの位置(上部工の重心位置)に作用させた。

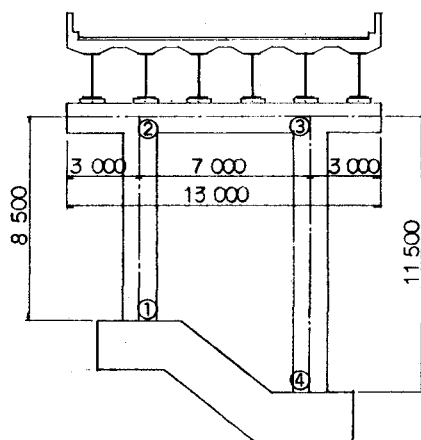
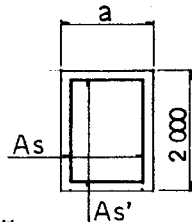


図-2 橋脚モデル

表-2 断面構成		
ケース	1	2
柱①-②	150x200 $A_s = 180\text{cm}^2$ $A_s' = 200\text{cm}^2$	130x200 $A_s = 155\text{cm}^2$ $A_s' = 185\text{cm}^2$
柱③-④	90x200 $A_s = 40\text{cm}^2$ $A_s' = 35\text{cm}^2$	130x200 $A_s = 80\text{cm}^2$ $A_s' = 70\text{cm}^2$
梁②-③	130x200 $A_s = 230\text{cm}^2$ $A_s' = 35\text{cm}^2$	130x200 $A_s = 205\text{cm}^2$ $A_s' = 35\text{cm}^2$

ケース2では、柱③-④の設計断面でコンクリート応力に余裕がある。



設計条件:

設計水平震度 $K_h = 0.25$

許容応力 $\sigma_{ca} = 120\text{kgf/cm}^2$
 $\sigma_{sa} = 3000\text{kgf/cm}^2$

かぶり = 15cm

注)各部材の奥行きは2m

ケース1は各部材の設計断面でほぼ釣合鉄筋となる状態

ケース2は柱の断面寸法が等しい状態

2.3 解析手法: 各追跡段階において、部材に設けた選点(図-3)で平面保持の仮定のもとに図-1の関係をj用いて断面力と剛度の関係の収束値を求め、選点間でそれらの平均値をもつ変断面部材として解析した。

3. 解析結果

図-4は、水平荷重作用位置の荷重-変位、柱の軸力変化、および柱の分担水平力の変化を示したものである。図-5には、部材端のひびわれ発生や引張り鉄筋降伏時の水平荷重(H)を示した。

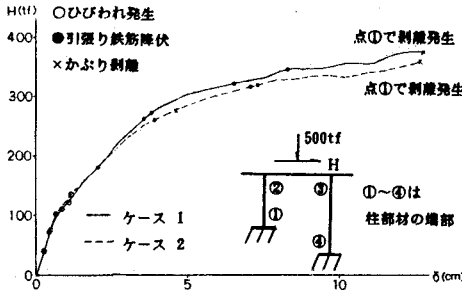


図-4 (a) 荷重-変位

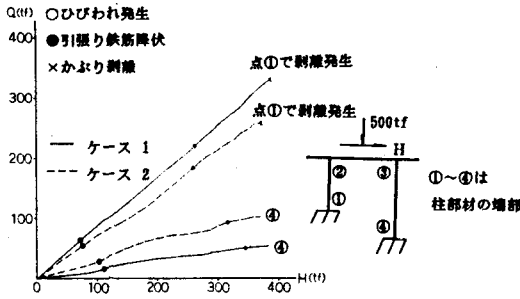


図-4 (b) 荷重-柱下端せん断力

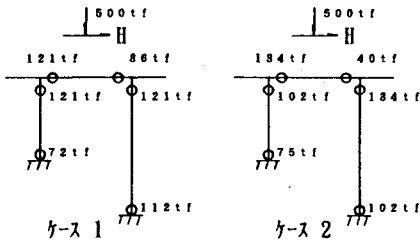


図-5 (a) ひびわれ発生荷重(H) ○印位置

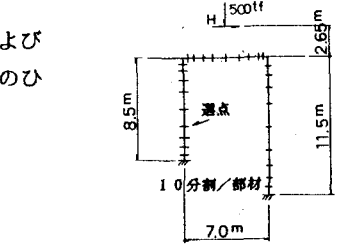


図-3 部材の選点配置

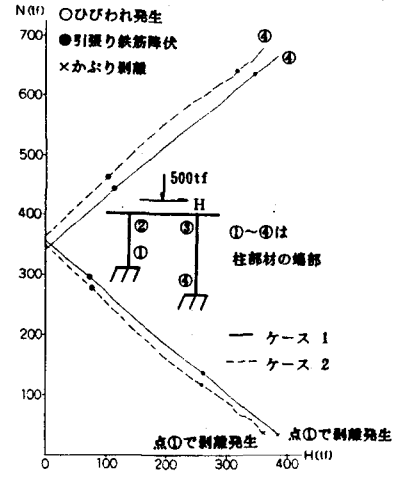


図-4 (c) 荷重-柱下端軸力

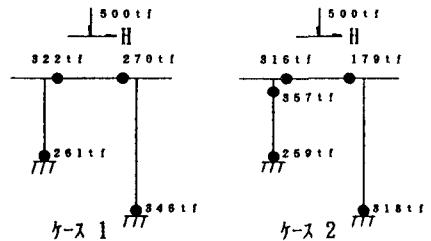


図-5 (b) 引張り鉄筋降伏荷重(H) ●印位置

4. あとがき

ひびわれ発生、鉄筋の降伏によって変形が進み本モデルでは、約360 tfの水平力で終局に至り、水平変位は、約13 cmであった。耐力および変形能については、両ケースともほぼ同じである。また、鉄筋降伏の発生は、ケース2の方が早く始まった。鉄筋降伏後の後耐力は約120 tfと約180 tfであり、約60 tfの差がある。図-4 (b) に示す柱の分担水平力は、ひびわれ発生や鉄筋降伏にともない軸力が増加する柱③-④側に移行している。なお、柱の軸力は、水平力とほぼ比例した変化を示し、柱①-②側の軸力がほぼ0 tfとなり、柱下端①のかぶりコンクリートの剥離で終局に至っている。ひびわれや鉄筋降伏は、水平力と死荷重の曲げモーメントが足し合わされる梁右側から発生している。

本報告では、図示橋脚で右向きの水平力が作用する場合を示したが、逆向きの水平力が作用する場合については、講演時に報告する。

- 1) 土木学会耐震工学委員会：1993年7月12日北海道南西沖地震被害調査報告、1993。
- 2) 宮崎、島田、小賀野、味好：RCラーメン式橋脚の保有水平耐力について、平成5年度関西支部年次学術講演概要(土木学会)、1993。