

I-147

RCラーメン式橋脚の水平耐力に関する一検討

東洋技研コンサルタント 正員 宮崎 平和 正員 島田 功
東洋技研コンサルタント 正員 中野 晴之 正員 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。ラーメン式橋脚は、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が報告されており¹⁾、ラーメン式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。本報告は、一層一怪間のラーメン式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、面内方向の水平変位を逐次増分させる方法でかぶりコンクリートが剝離するまでの追跡を行い、耐力や変形性能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。

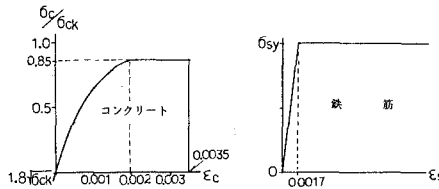


図-1 応力-ひずみ関係

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}
SD345	3500 kgf/cm ²

2.2 ラーメン式橋脚：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、梁上端からさらに 2m の位置（上部工の重心位置）に作用させた。

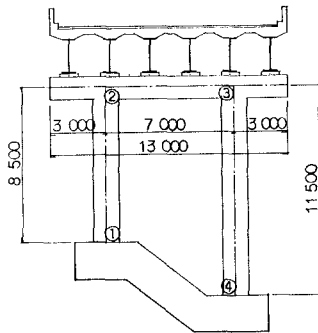


表-2 断面構成

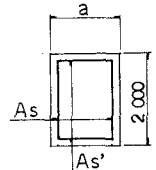
ケース	1 (不等脚)	2 (不等脚)	3 (等脚)
柱①-②	150x200 As = 180cm ² As' = 200cm ²	130x200 As = 155cm ² As' = 185cm ²	120x200 As = 140cm ² As' = 140cm ²
柱③-④	90x200 As = 40cm ² As' = 40cm ²	130x200 As = 80cm ² As' = 75cm ²	120x200 As = 140cm ² As' = 140cm ²
梁②-③	130x200 As = 200cm ² As' = 35cm ²	130x200 As = 190cm ² As' = 35cm ²	120x200 As = 200cm ² As' = 35cm ²

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

部材の
奥行き
は 2m



注) ケ-1は各部材の設計断面で概ね釣合鉄筋となる状態。

ケ-2は柱の断面寸法が等しい場合。柱③-④はコンクリートに余裕がある。

ケ-3は柱高さが 10m の等脚ラーメン。設計断面で概ね釣合鉄筋。

図-2 橋脚モデル(不等脚)

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、柱の分担水平力の変化、および柱の軸力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鉄筋降伏時の水平荷重 (H) を示した。表-3 は主要状態の荷重と変位をまとめたものである。

表-3 主要状態の水平荷重 (H) と水平変位 (δ)

ケース	H_y (tf)	δ_y (mm)	H_u (tf)	δ_u (mm)	備考
1	258	36	376	119	不等脚
2	257	40	354	128	不等脚
3	244	54	326	175	等脚
1	276	40	355	105	不等脚
2	274	43	328	116	不等脚
3	244	54	326	175	等脚

H_y, δ_y : 柱の鉄筋が降伏したときの荷重と変位
 H_u, δ_u : 柱のかぶりコンクリートが剝離したときの荷重と変位

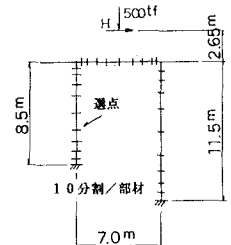


図-3 部材の選点配置

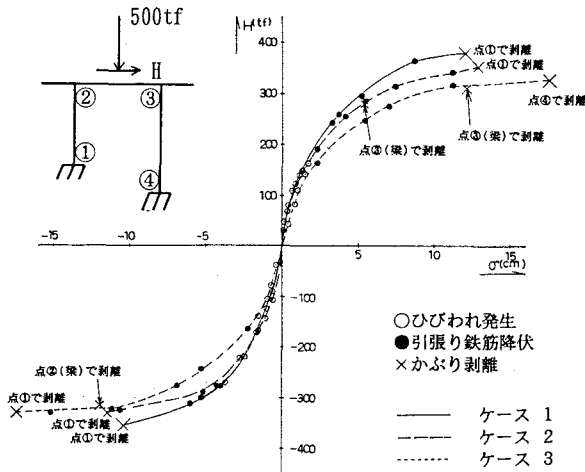


図-4 (a) 荷重-変位

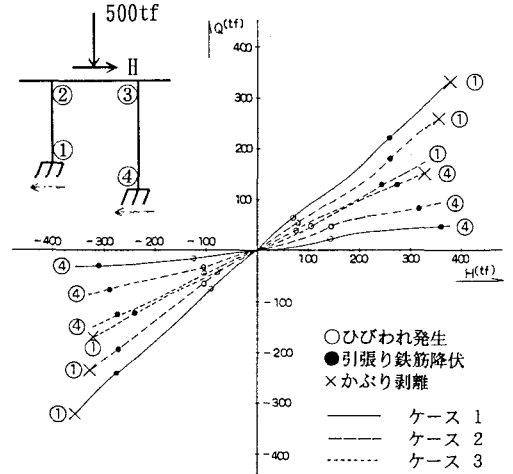


図-4 (b) 荷重-柱下端せん断力

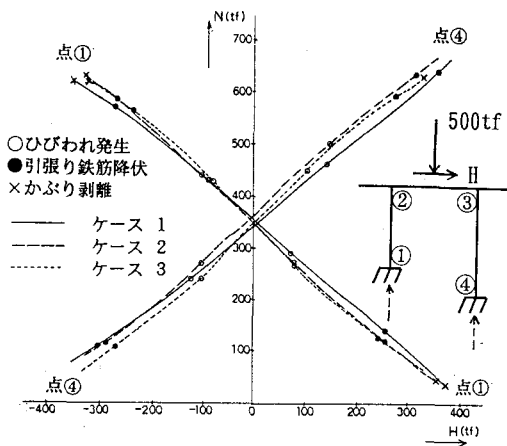


図-4 (c) 荷重-柱下端軸力

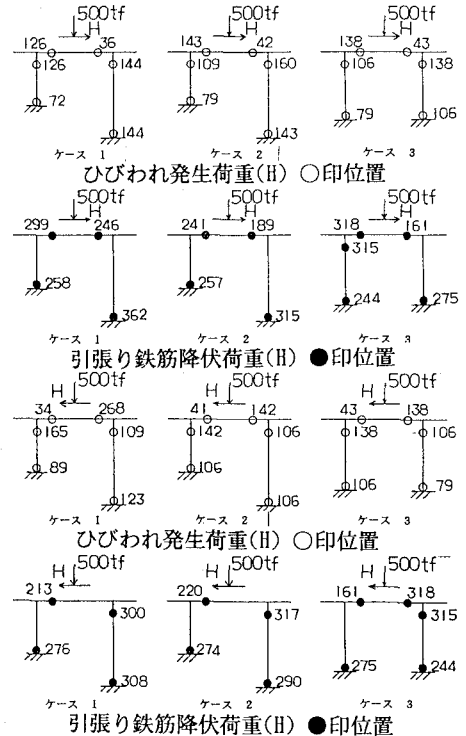


図-5 ひびわれ発生および引張り鉄筋降伏荷重 (H(tf))

4. あとがき

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端部から発生し、柱の鉄筋降伏におよぶと変形が急激に進む。柱のかぶりコンクリートの剥離（終局）は、4点以上の鉄筋降伏によるメカニズムが形成されてから生じている。柱のかぶりコンクリートの剥離位置は、ラーメン形式によって異なり、等脚ラーメンでは軸力の増加する側の柱下端で、不等脚ラーメンでは短柱側の下端で生ずる。等脚ラーメンに比し、不等脚ラーメンは耐力はやや大きいが変形能は劣るようである。水平力が長柱側から短柱側へ作用する場合の方が耐力、変形能ともに小さい。柱の分担水平力は、ひびわれ発生にともなう剛度変化の影響を受け軸力が増加する柱側に移行する傾向を示す。柱の軸力は、水平力とほぼ比例した変化を示し、終局状態では軸力減少側の柱軸力は0tf近くになっている。