

I-B470 偏心曲げが作用するRC橋脚の耐震性に対する非線形応答解析による検討

東洋技研コンサルタント 正会員 ○ 島田 功 東洋技研コンサルタント 正会員 武山和夫
 大阪市立大学 フェロー 園田恵一郎 東洋技研コンサルタント 久野恭弘
 東洋技研コンサルタント 鎌谷太郎

1. まえがき

兵庫県南部地震は、橋脚に多大な被害をもたらした。RC単柱式橋脚では柱基部に曲げによる被災例が多数見受けられた。本報告は、図-1に示すように、偏心荷重を受け、初期に死荷重状態で柱に曲げが発生する単柱式RC橋脚を対象に、タイプII地震力のもとで、道路橋示方書[1]に従った地震時保有水平耐力を評価するとともに、時刻歴応答解析を行い、その応答特性から耐震性を検討したものである。

2. 解析モデル

表-1の条件で、上部工荷重の作用位置が異なる3ケースの橋脚を震度法で耐震設計(II種地盤)したモデルを図-2に示す。上部工重量および水平方向に支持する重量は500tfと設定した。図-3、表-2は柱部の配筋である(各ケースとも横拘束筋は同じ)。なお、柱基部の非線形履歴特性の把握を目的としているので、柱下端を固定とした。

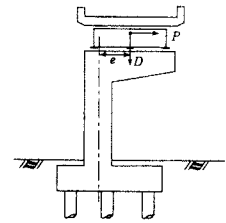


図-1

表-1 設計条件

設計水平震度(Kh)	0.25(II種地盤)
許容応力度 σ_{ca}	120 kgf/cm ²
" τ_{ca}	3.5 kgf/cm ²
" σ_{sa}	3000 kgf/cm ²

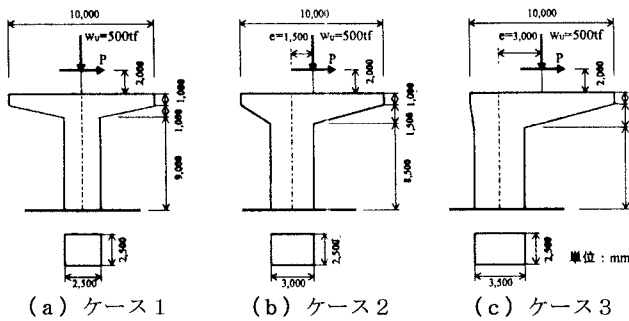


図-2 上部工が偏心荷重するRC橋脚モデル

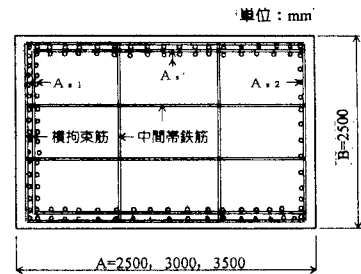


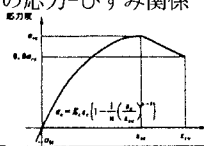
図-3 柱部の配筋

3. 解析結果

(1) 地震時保有水平耐力: 表-3には、柱部の圧縮コンクリートの応力(σ)-ひずみ(ϵ)関係の特性値を示した。なお、コンクリートの設計基準強度 σ_{ck} は、240kgf/cm²である。表-4に、死荷重状態での柱下端軸力および曲げモーメントを示す。図-4には、水平力(P)-水平変位(δ)の関係を示した。表-5は、各橋脚の地震時保有水平耐力をまとめたものである。荷重の偏心量が増えると、断面が大きくなり耐力が増大する。また、鉄筋降伏に至る変位量が小さいため許容塑性率が大きくなり、保有水平耐力に対する安全率が増加する結果となる。

表-3 柱部コンクリートの応力-ひずみ関係

σ_{cc} (kgf/cm ²)	269
ϵ_{cc}	0.0041
σ_{cu} (kgf/cm ²)	215
ϵ_{cu}	0.0073

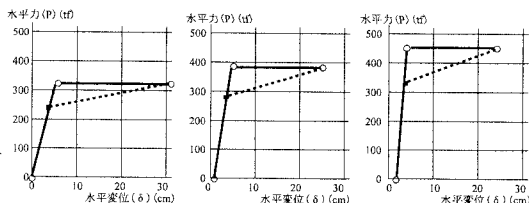
表-4 死荷重状態での柱下端の軸力(N)と曲げモーメント(M₀)

	ケース1	ケース1	ケース1
N(tf)	750	797	844
M ₀ (tf・m)	0	914	1875

キーワード: 鉄筋コンクリート橋脚、偏心曲げ、非線形地震応答解析、耐震性

連絡先: 〒532-0025 大阪市淀川区新北野1-14-11 TEL 06-6886-1081 FAX 06-6886-1090

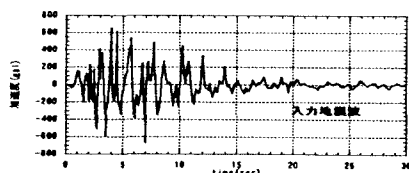
（2）時刻歴応答：橋脚の柱下端にタイプⅡの地震波（図－5）を入力し、初期軸力状態で設定した曲げモーメント(M)－曲率(ϕ)関係を骨格曲線とした、トリリニアモデル(武田型)で非線形応答解析を行った。図－6は、柱頂部の水平応答である。図－7は、柱下端のM－ ϕ 履歴を示したものである。



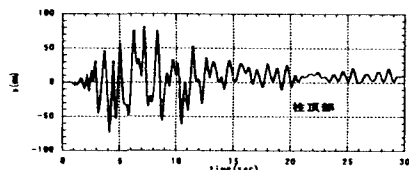
図－4 水平力(P)－水平変位率(δ)の関係

表－5 地震時保有水平耐力
(タイプⅡの地震動)

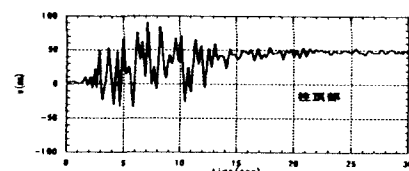
	ケース1	ケース2	ケース3
保有水平耐力(Pa (tf))	323	384	454
許容塑性率(μa)	3.78	3.53	4.25
固有周期(T (sec))	0.83	0.68	0.56
設計水平震度(Khc)	1.75	1.75	1.75
等価水平震度(Khc)	0.68	0.71	0.64
等価重量(W (tf))	625	648	672
慣性力(Khc・W (tf))	426	460	429
安全率(Pa/慣性力)	0.76	0.83	1.06



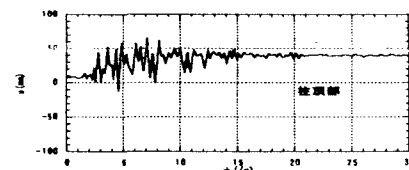
図－5 入力地震波(鷹取E-W成分)



(a) ケース1 (偏心 $e=0$)

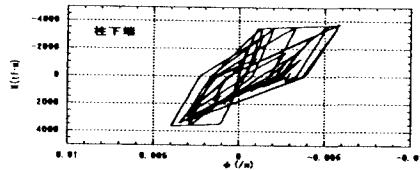


(b) ケース2 (偏心 $e=1.5m$)

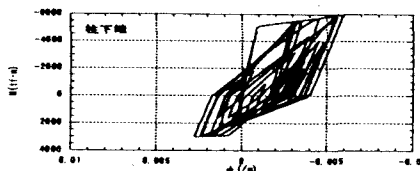


(c) ケース3 (偏心 $e=3.0m$)

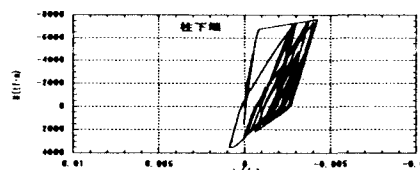
図－6 柱頂部の水平変位(u)応答



(a) ケース1 (偏心 $e=0$)



(b) ケース2 (偏心 $e=1.5m$)



(c) ケース3 (偏心 $e=3.0m$)

図－7 柱下端のM－ ϕ 履歴

4. 考察

偏心荷重を受ける橋脚は、死荷重モーメントの影響で設計断面が大きくなり、耐力は増加する。しかし、偏心荷重を受ける橋脚は、引っ張り鉄筋が降伏に至るまでのひずみ増分量が小さく、非線形領域に達した後、図－6に示すように、変位が偏心曲げの方向に進展し、残留変位も大きい。図－7のM－ ϕ 履歴は、1つの象限に移行する傾向があり、曲げモーメント－曲率関係のループによって評価されるエネルギーが逸散(履歴減衰)は小さくなる。土研で行なわれた振動台によるモデル実験結果[2]も同様な特性を示している。すなわち、偏心荷重を受ける橋脚は、鉄筋降伏後、偏心モーメントが損傷の進展を助長していると言えよう。

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、1996。[2]運上茂樹、向 秀毅：偏心曲げを受ける鉄筋コンクリート橋脚の地震時振動特性、土木技術資料 37-7、1995。