

終局曲率曲面を用いた R C 橋脚の動的耐震照査法に関する研究

大分工業高等専門学校 学生会員 河野直也

大分工業高等専門学校 正会員 中野友裕

1. はじめに

R C 橋脚の耐震設計には地震時保有水平耐力法が用いられるが、現在の道路橋示方書においては橋軸方向・橋軸直交方向それぞれに対して安全性を判定することになっている。しかし実際の地震時においては水平 2 方向の地震動が様々な組合せで橋脚に作用するため、この 2 方向に独立した入力に基づく判定を満足しても、2 方向同時に作用した場合に安全性を満足しない可能性があることは否定できない。本研究では水平 2 方向同時入力を受ける場合の R C 橋脚に適用可能な動的耐震照査法を提案する。

2. 動的耐震照査法

森下らは、鋼製橋脚に対して時刻歴での平均軸ひずみを算出し、そのひずみ量が限界ひずみに達した時点では構造物の終局状態を判定する動的耐震照査法を提案している¹⁾。鋼製橋脚の場合には座屈が問題になるため平均軸ひずみを用いることになるが、R C 橋脚の場合には塑性ヒンジ位置における断面の終局曲率に達した時点を終局とみなせば、同様の考え方が適用できる。図-1において、曲率履歴が終局曲率に達した×印の位置において構造物が破壊に達したと考える。もし R C 橋脚の断面が円形であれば、中心を通る任意の軸まわりの終局曲率は同一になることから、任意方向の地震入力に対しても同一の値で判定が可能になる。図-2に示す任意に設定した $\xi - \eta$ 軸に関して終局曲率が設定できるが、それらの点をプロットした円（以下終局曲率曲面）内に 2 つの軸まわりの曲率履歴があれば、いずれの方向に対しても終局曲率に達していないことになり、安全と判定できる。

3. 照査対象構造物および解析条件

照査の対象とした橋脚を図-3に示す。この橋脚は、現在の道路橋示方書による 2 方向独立照査を満足しており、橋軸方向の終局変位は 130mm、橋軸直交方向の終局変位は 156mm、対応する基部の終局曲率は 0.00399[1/m]である。材料定数を表-1に、入力地震動を図-4に示す。

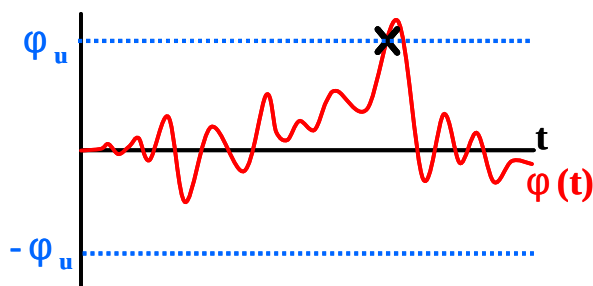


図-1 動的耐震照査法の内容

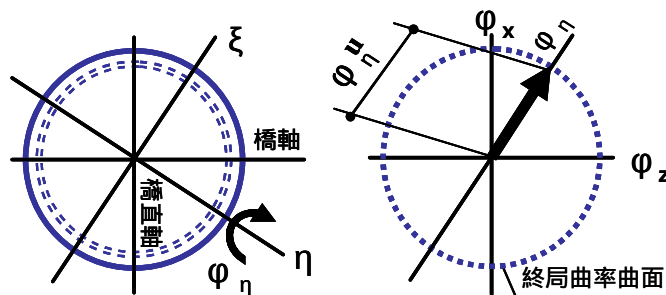


図-2 任意軸まわりの終局曲率と終局曲率曲面

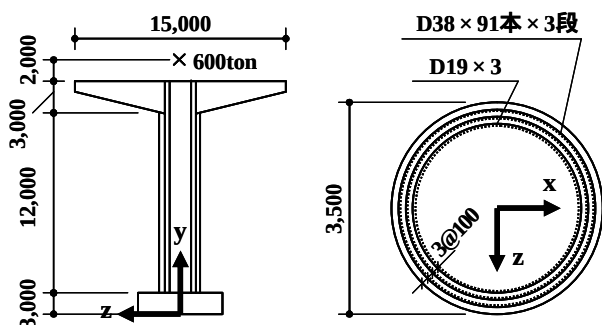
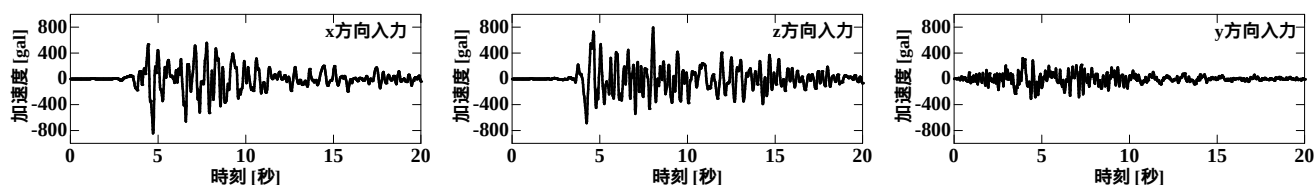


図-3 照査の対象とした橋脚

表-1 材料諸元

コンクリート		鉄筋	
圧縮強度[MPa]	44.553	主鉄筋	SD390
圧縮強度時ひずみ	0.00299	帯鉄筋	SD295
終局ひずみ	0.00358		
軟化勾配	14957		

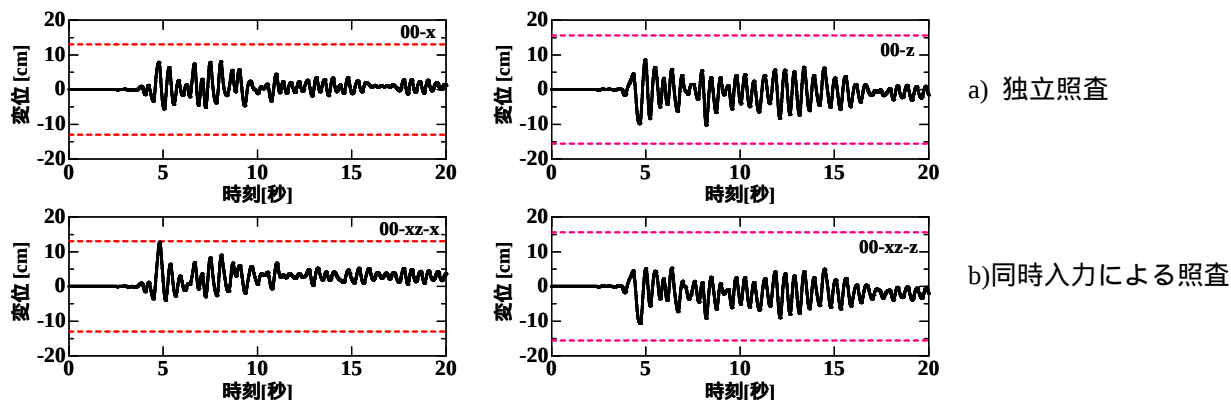


a) x 方向入力波形

b) z 方向入力波形

c) y 方向入力波形

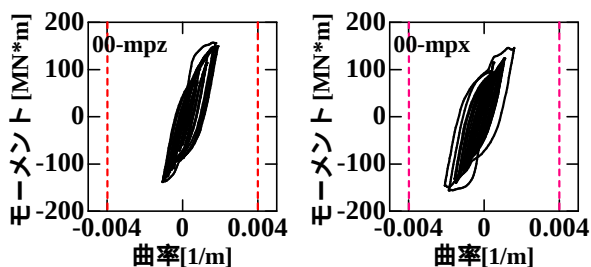
図-4 入力波形 (1995 神戸海洋気象台 / x,z のみ振幅調整済み)



a) 独立照査

b) 同時入力による照査

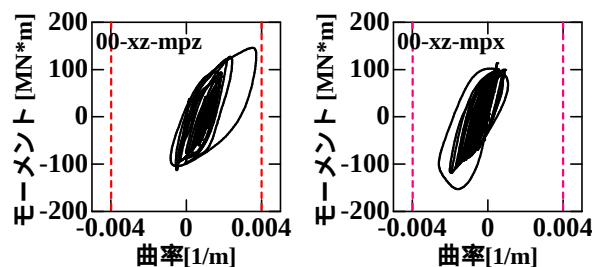
図-5 変位応答波形 (左: 橋軸方向 / 右: 橋軸直交方向)



a) 橋直まわり

b) 橋軸まわり

図-6 独立照査の橋脚基部 M-φ 関係



a) 橋直まわり

b) 橋軸まわり

図-7 同時入力の橋脚基部 M-φ 関係

4. 照査結果

図-5 に2方向独立照査および同時入力による照査時に得られた変位応答を、図-6、図-7 に対応する M-φ 関係を示す。同時入力においては独立照査と比べて変位応答・曲率応答ともに大きくなっているが、橋軸・橋直ともに一見終局には達していない。しかし前述の方法に従って ϕ_x - ϕ_z 履歴を描くと(図-8)、図中の ξ 軸まわりに 0.00414 の曲率を発生していることがわかる。このことは断面が終局曲率に達していることを示しており、2方向入力でおかつ破壊曲面を考慮した判定が必要であることを示していると考えられる。

5. 結論

動的耐震照査法の考え方に終局曲率曲面の考え方を組み合わせることによって、任意方向から地震力が作用する、水平2方向地震動を考慮した耐震設計の可能性が示された。

参考文献

- 1) 森下, 宇佐美, 阪野, 葛西: 鋼製橋脚の動的耐震評価法に関する検討, 土木学会論文集, No.710/I-60, pp.181-190, 2002.7

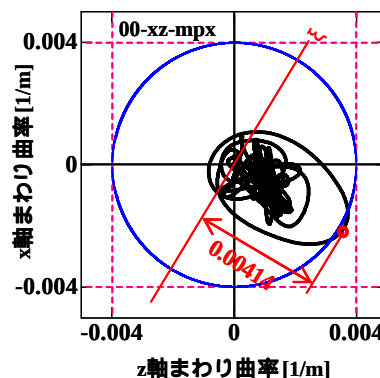


図-8 2方向曲率の履歴