

基礎との相互作用が強震時 RC 橋脚の所要降伏強度比に及ぼす影響について

徳島大学大学院 学生員〇三上 卓 徳島大学工学部 正 員 平尾 潔
阿 南 高 専 正 員 笹田 修司 徳島大学工学部 正 員 沢田 勉
運輸省第三港湾建設局 増田慎太郎

1. まえがき 本研究では、基礎との動的相互作用が RC 橋脚の終局安全性に及ぼす影響を検討するため、現在わが国で用いられている 21 種類の RC 橋脚を対象として、橋脚躯体と基礎を簡単な 2 質点 3 自由度系でモデル化し、地震入力による非弾性エネルギー応答解析を行った。そして、橋脚躯体の所要降伏強度比、入力エネルギー、履歴吸収エネルギー及び最大変位等をもとに基礎との相互作用が橋脚躯体の終局安全性すなわち、所要降伏強度比に及ぼす影響について、エネルギー論的な立場から若干の考察を加えた。

2. 損傷指標 D と降伏強度比 R 本研究では強震時における構造物の終局安全性を定量的に評価するための指標として、

$$D = (\mu_d + \beta \mu_h) / \mu_u \quad (1)$$

式(1)に示す Park らの損傷指標 D を採用した。また、損傷と密接な関係にある構造物の強度を表すものとして、式(2)の降伏強度比 R を用いた。ただし、式(1)の μ_d 、 μ_h 、 μ_u 及び β は、

$$R = \frac{Q_y}{Q_{emax}} = \frac{x_y}{x_{emax}} \quad (2)$$

それぞれ変位靱性率、エネルギー靱性率、終局変位靱性率及び断面特性に依存した正の係数を表し、本研究では $D=1.0$ 、 $\mu_u=5.0$ 、 $\beta=0.15$ として解析を行った。また、式(2)の Q_y 、 x_y はそれぞれ降伏強度、降伏変位を表し、 Q_{emax} 、 x_{emax} はそれぞれ構造物を弾性系とみなした場合の最大応答復元力、最大応答変位を表す。

3. 解析モデルと復元力特性 本研究では、図-1 に示す橋脚躯体を 1 自由度系で、基礎を Sway と Rocking の 2 自由度系で置き換えた 2 質点 3 自由度系モデルについて解析を行った。橋脚躯体の復元力特性として、 Q -hyst モデル(図-2)を、基礎の Sway 及び Rocking の復元力特性として、Hardin-Derneveich モデル(図-3)を用いた。

4. 対象とした RC 橋脚 橋脚躯体としては、防災研究協会の「橋梁基礎の耐震設計法に関する調査研究」に記載された 21 種類を用いた。基礎は杭基礎とし、表層地盤の N 値を $N=5, 15, 30$ の 3 通りに設定して、解析に必要な構造特性値 (m_2 、 I_θ 、 ω_2 、 ω_θ 等)を求めた。また、基礎の降伏強度 Q_{yi} の橋脚躯体の降伏強度 Q_{y1} に対する比 Q_{yi}/Q_{y1} を 1.5, 2.0, 3.0 倍とし、減衰定数は、橋脚躯体で 5%、基礎で 10% として解析した。

5. 入力地震動 入力地震動としては、解析結果に一般性を持たせるために、道路橋示方書 V 耐震設計編の平均加速度応答スペクトルを目標とした模擬地震動 30 個を作成し、これを用いた。その際、各地震動の A/V 値(最大加速度/最大速度)が構造物の損傷に関係する入力地震動特性を代表するものとみなし、作成した模擬地震動を各 10 個ずつの 3 つのグループすなわち、 A/V 値が比較的大きいグループ(H)、中間的なグループ(M)、

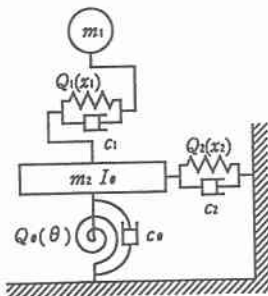


図-1 解析モデル

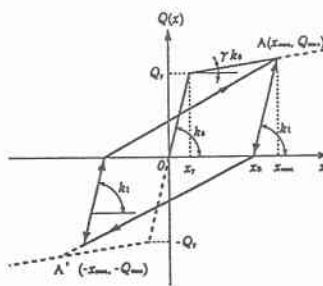


図-2 Q-hyst モデル

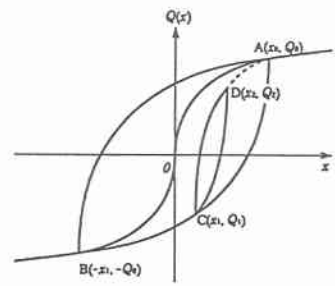


図-3 Hardin-Derneveich モデル

比較的小さいグループ(L)に分類し比較検討した。

6. 所要降伏強度比 R_r 一般に、地震による構造物の損傷は、構造物の降伏強度比 R が大きく(小さく)なると小さく(大きく)なる。したがって、本研究では、式(1)の損傷指標 D の所定の値 D_r を満たす R の値を D_r に対する所要降伏強度比 R_r と定義し、 R の値を順次変化させたエネルギー応答解析の繰り返しにより、この所要降伏強度比 R_r を求めた。

7. 解析結果 一例として図-4に基礎を固定とした場合と相互作用を考慮した場合の所要降伏強度比の比、 R_{ri}/R_{rf} と橋脚躯体の固有周期 T_{10} との関係、並びに、Rocking 振動と Sway 振動の固有円振動数の比 ω_θ/ω_2 との関係を示す。また、図-5に基礎を固定とした場合と相互作用を考慮した場合の入力エネルギーの比 E_{H1}/E_{1F} および履歴吸収エネルギーの比 E_{H1}/E_{H1F} と ω_θ/ω_2 との関係を示す。

8. あとがき 基礎との動的相互作用を考慮したときの所要降伏強度比は、基礎を固定としたときに比べて概ね小さくなる。しかし、地盤条件、構造条件などにより大きくなる場合があり、基礎との相互作用が、橋脚躯体の終局安全性に不利に働くことがあるので、留意する必要がある。また、基礎の構造特性を表すパラメータ ω_θ/ω_2 は大きくなると橋脚躯体に入力されるエネルギーが増加し、これに伴って、橋脚躯体の累積損傷(履歴吸収エネルギー)が増加し所要降伏強度比も大きくなる。このことより、 ω_θ/ω_2 は、基礎との相互作用が橋脚躯体の所要降伏強度比に及ぼす影響を表すための良い指標になるものと思われる。

9. 参考文献 1) 笹田・平尾・沢田・成行・三上：基礎との相互作用が強震時 RC 橋脚の所要降伏強度比に及ぼす影響，構造工学論文集，Vol.42A，1996.3. 2) (財)防災研究協会：橋梁基礎の耐震設計法に関する調査研究(その2)，1987.3.

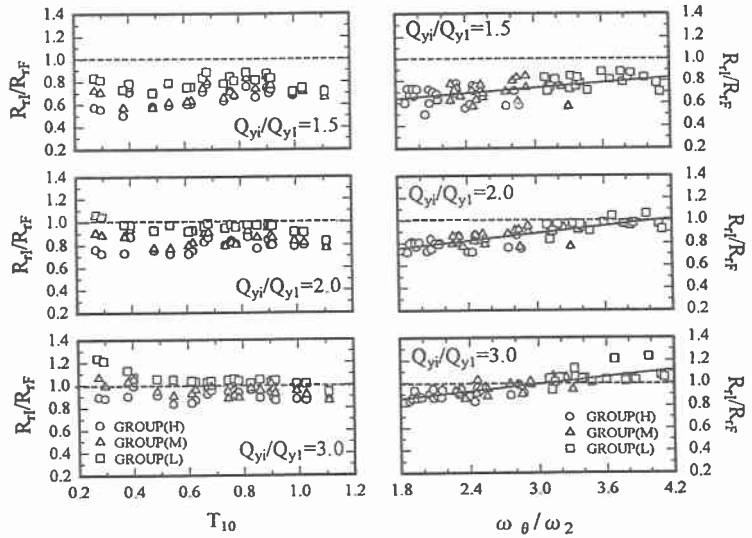


図-4 基礎との相互作用が所要降伏強度比に及ぼす影響

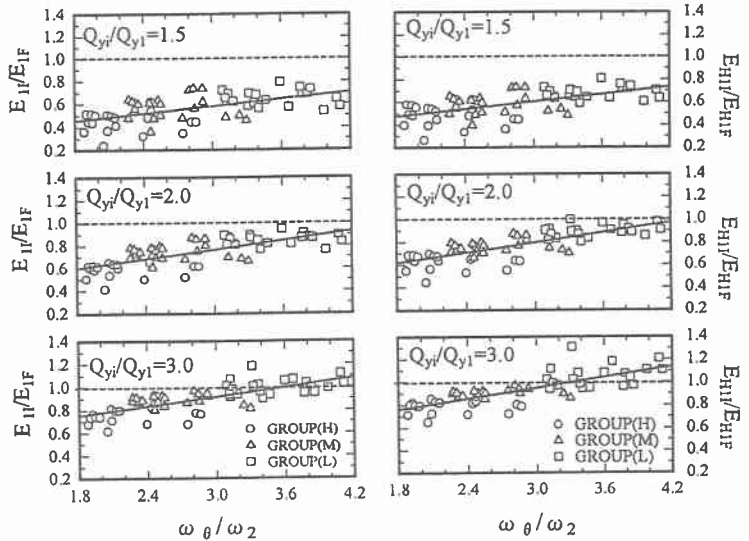


図-5 入力エネルギー及び履歴エネルギーの比に及ぼす影響