

東京都立大学工学部土木工学科 正員 国井 隆弘
オリエンタル コンサルタント 正員 ○ 田中 勝

まえがき

この報文は、通常おこなわれている観測システムで得られた強震記録から、実在構造物が示す地震時の挙動を明らかにしようとするものである。特に橋脚のロッキング挙動における支持地盤のばねの非線型性と地震動の加速度レベルとの関係に注目している。1965年に始まった松代群発地震の際に、震央から10Km程はれた落合橋の井筒基礎橋脚の天端と付近地表面の2ヶ所で、多くの強震が観測された。¹⁾ これらのうちデジタル化され、同時記録は13組におよび、その橋軸方向の加速度波形について解析を行った。この橋脚が行うロッキング振動については、これまで各種のアプローチから非線型挙動を描寫してきているが、より具体的に地盤ばねの Bi-linear 型復元力特性を推定した。そして、この Bi-linear 型の形状が地震動の加速度レベルの大きさとともに一定の傾向で大きく変動することや、変位量の増加とともにばねの剛性の低下の程度を明らかにすることことができた。

解析方法

井筒基礎橋脚は、一般に2自由度のロッキング振動をすると考えられ、近似的に地表の地震波を入力として天端の記録を応答とみなすことができる。しかし天端を得られた記録には1次モードが卓越していたため、1次モードで振動する1自由度のロッキング系にモデル化した。そして非線型の地盤ばねと線型のダッシュボットとを地表面位置についた。

Bi-linear 型の形状を推定するために、まず初期剛性 K_0 を線型振動をした最も弱い地震のスペクトルから求めた。そしてモデルがこの地震動を最も良く再現できるような粘性減衰定数 ζ を求め、固定した。 $(f = 3.2 \text{ Hz}, R = 12.8 \text{ m}, K_0 = 326 \text{ t/cm}, \zeta = 0.12)$ 次に線型限界 D_y ・弾塑性傾斜率 α を仮定して地表の入力に対する応答を求め、橋脚天端における実記録と比較することによって、個々の実記録を再現する最適な Bi-linear 型の復元力特性を試行錯誤して推定した。

なお、応答の再現性を評価する方法として“地震動の強さ”に注目した。本研究で対象とした落合橋の記録はいわゆる直下型地震の特徴を有していたためか、最大加速度の他にパワーも用いる必要があり、ここでは地表の地震波の全パワーを軸にとっている。

結果

図-2から、地表上の全パワーが $10^3 \text{ gal}^2/\text{sec}$ 附近で、弾塑性傾斜率・線型限界の両者の傾向が大きく変化することがわかる。入力地震波のパワーの増加とともにモードの等価剛性が低下する傾向を持つが、 10^3 以下では主に弾塑性傾斜率の増大により、 10^3 以上では非常に大きな変形を生ずること

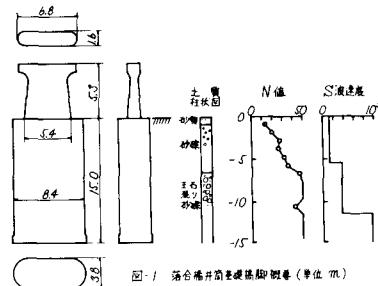


図-1 落合橋井筒基礎脚概要(単位 m)

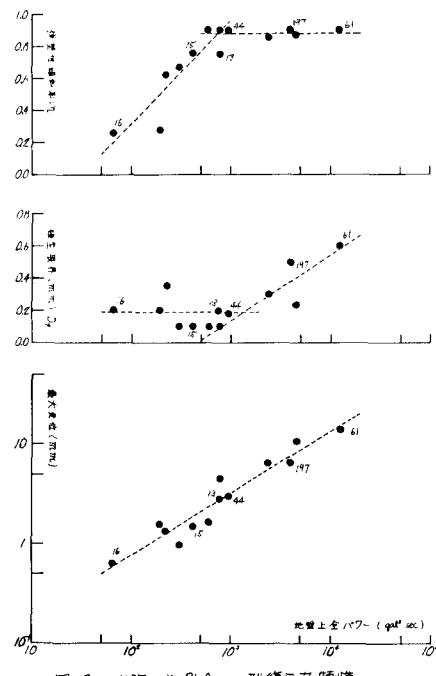


図-2 ハンバーと Bi-linear 型復元力特性

によると考えられる。最後に示した復元力特性図は、それからの地震に対して最適と思われた Bi-linear 型による応答計算結果の例である。これらはパワーの小さい順に並べてあるが、形状の変動の様子が良くわかると思う。

図-3は、スペクトルから求めた平均ばねの初期剛性に対する比と応答の最大変位との関係を示したものである。これによれば、図-1に示したような地盤と同様な所にある井筒基礎橋脚の剛性は、最大変位が 5 mm で初期剛性の70%程度、 10 mm で40%程度に低下するものと思われる。したがって、常時微動観測などによって初期剛性や固有振動数がわかれれば、比較的大きな変形を生じた時の値を推定することができる。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所資料「地震記録のデジタル数値一その2」第318号 1968.3
- 2) 国井・菊地「強震記録から推定される井筒基礎橋脚の動特性」土木学会第29回全国大会 1974.10
- 3) 国井・荏本「強震記録から推定される井筒基礎橋脚の非線型挙動」土木学会第31回全国大会 1976.10
- 4) 国井・田中「地震動の強さを評価する方法について」総合都市研究 第2号 1978.3

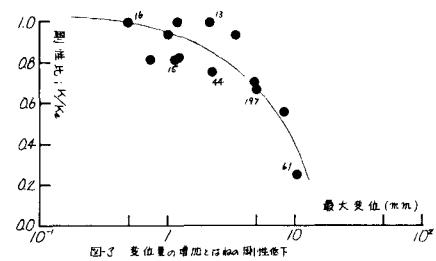


図-3 変位量の増加と初期剛性

