

川崎重工 (株) 正員 ○吉川 倫弘

京都大学工学部 フェロー 渡邊 英一

京都大学工学部 正員 杉浦 邦征

京都大学工学部 正員 宇都宮智昭

1. 研究目的

構造物の設計において、設計地震荷重の設定が重要である。しかし地震荷重の設定は構造物の応答性状に基づくものでなくてはならない。そこで本研究では墓石の転倒状況から地域の加速度レベルを推定するという考え方を参考に、兵庫県南部地震における高架橋の照明柱の被災状態から桁部の応答加速度レベルを評価する適用性を検討するため、非線形動的解析により照明柱の激震時挙動を明らかにした。Fig.1 に示すように照明柱は主構造物に付属する 2 次構造物であり高架橋全線にわたって、同一規格の照明柱が採用されており兵庫県南部地震における高架橋の応答性状把握に有効な情報を与えるものと考えられる。

2. 解析方法

本研究では、三次元梁要素を用いた弾塑性有限変位解析を行った¹⁾。材料の応力-ひずみ曲線は von Mises の降伏条件、関連流れ則及び等方硬化則に基づく塑性増分理論を用いた。幾何学的非線形解析においては、Total Lagrangian による定式化を用いた。質量マトリックスには集中マトリックスを、減衰マトリックスには比例減衰マトリックスを用い (減衰定数 $h=0.05$)、数値積分には Newmark β 法を用いて時刻歴応答解析 (時間増分 $\Delta t = 0.01 \text{ sec}$) を行った。

3. 解析モデル

解析の対象とした照明柱を Fig.2 に示す。断面は、板厚 $t=4.2 \text{ mm}$ の中空円形断面でテーパ率 1/100 の変断面柱である。照明柱は高欄等に設置されていることから、照明柱への基盤入力加速度は、高架橋の応答性状と反映させたものでなければならない。本研究では阪神高速道路の橋脚 (神 P351) から橋脚 (神 P352) の 1 スパンの高架橋を対象として予め神戸海洋気象台における観測波を入力して、解析の応答を求めた。なお解析においては橋脚 (神 P351) の門型橋脚を橋脚 (神 P352) と同じ橋脚に置き換え、両端を T 型橋脚とした。

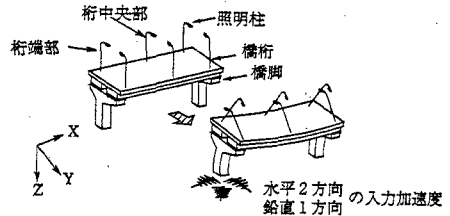


Fig.1 高架橋と照明柱の概略図

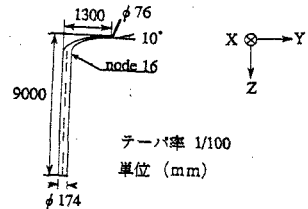


Fig.2 照明柱のモデル

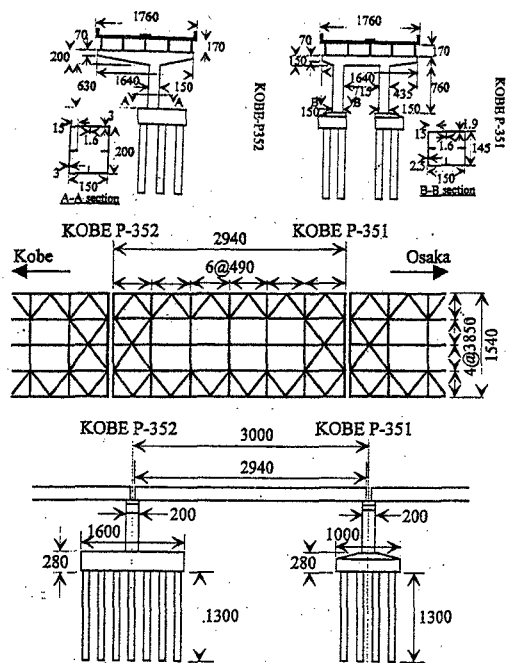


Fig.3 高架橋モデル (unit:cm)

高架橋のモデルを Fig.3 に示す。

実際の照明柱 (Photo1) の基部には、電気施設の維持管理のための開口部を有する。本研究では解析ケースとして、CASE 1 は開口部が無しの場合、CASE2 は開口部が橋軸直角方向に開いている場合、CASE3 は開口部が橋軸方向に開いている場合を仮定した。また桁の振動性状を検討するため、次のケース a: 照明柱が桁の端 (橋脚の上) にある場合、b は照明柱が桁の中央部 (橋脚と橋脚の間) にある場合についても別途検討した。

4. 解析結果

解析するにあたって兵庫県南部地震の際の神戸 NS 成分波形の倍率を変えながら高架橋を入力し、照明柱にはその桁部の応答加速度を入力した。照明柱の頭部 (node16, Fig.2 参照) における応答変位を例として Fig.4 ~ Fig.5 に示す。Fig.4 (X 方向: 橋軸方向) と Fig.5 (Y 方向: 橋軸直角方向) を比較すると橋軸直角方向の変位が卓越して大きいことがわかる。したがって桁部の加速度推定にあたっては橋軸直角方向変位を用いて行う。

Fig.6 に横軸に神戸 NS 成分の倍率を変えて得られる桁部の最大応答加速度 (gal), 縦軸に照明柱の最大応答変位 (cm) として、プロットしたものを示す。これらの結果から、開口部の向きが橋軸直角方向から橋軸方向に変わるだけで、照明柱が倒壊しない限界の最大加速度が 500 gal(0.5G) 弱から 1600 gal(1.6G) 弱へと 3 倍近く変わることがわかる。さらに開口部が十分な補強を受けて全断面が有効であれば 2300 gal(2.3G), 約 4 倍強の加速度でも残留変位が生じるものの倒壊はしないという結果が与えられた。

5. 結論

照明柱の開口部が橋軸直角方向を向いている現状では、桁部の応答加速度レベルは照明柱が倒壊していれば 500gal 以上、倒壊していなければ 500gal 以下であるといえる。今後兵庫県南部地震による被災と関連づけ、検討を行う必要がある。

【参考文献】

1) 渡邊英一, 杉浦邦征, 北根安雄: 地震時における橋梁構造物の 3 次元的挙動, 構造工学論文集 Vol43A, 土木学会 1997,3 (印刷中)

Photo1

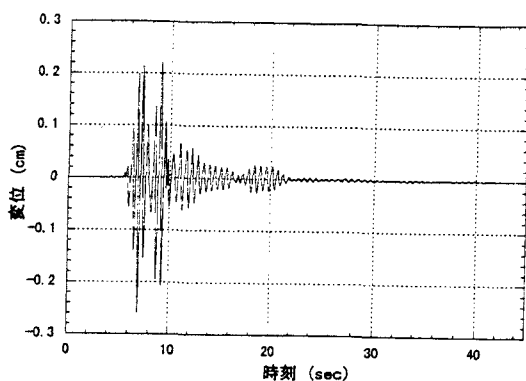
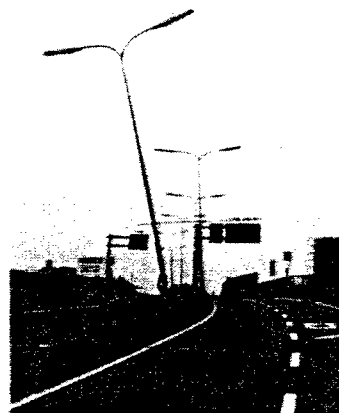


Fig. 4 X方向 (橋軸方向)

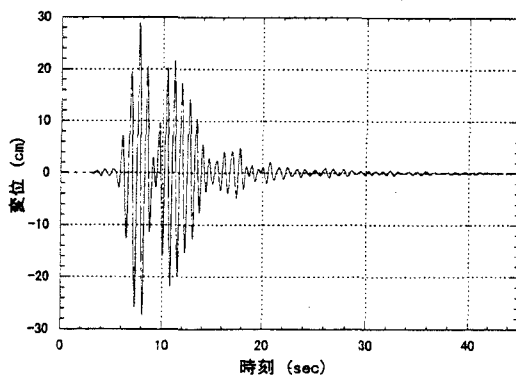


Fig. 5 Y方向 (橋軸直角方向)

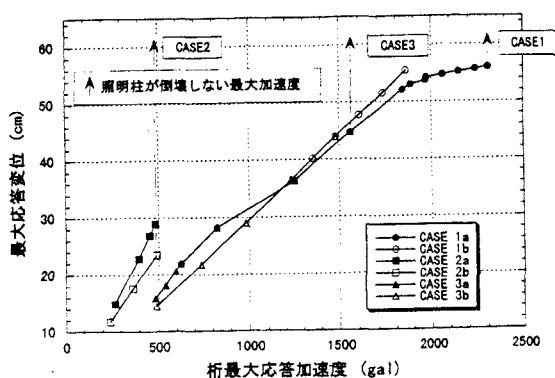


Fig. 6 照明柱の最大応答変位