

九州大学 学生員 ○与儀新二

九州大学 正 員 鳥野 清

九州大学 正 員 小坪清真

1. 緒論

著者等は先に⁽¹⁾地動位相差を伴う地震波による構造物の応答計算に応答スペクトルを利用する解析法を示して、その結果、応答スペクトルを用いても、十分に地動位相差を考慮して解析できることや、地震波によっては、地動位相差の影響が大きいことなどが判った。そこで、本研究では、まず14種の地震波の記録よりこれらの応答スペクトルを計算し、その応答スペクトルの形状の違いによりこれらの地震波を分類した。そしてそれらの中から特徴のある代表的な地震波を3つ取り上げ突橋に対し応答スペクトルによる応答計算を行い応答スペクトルの形状が応答に及ぼす影響についての考察を行った。また従来からの直接応答計算によっても応答を求め比較検討した。

2. 進行地震波に対する応答スペクトルを用いた応答解析理論

地動位相差を考慮した場合、多質点系構造物の*i*点の最大応答変位 y_{imax} は、*S*次の固有円振動数 n_s 、変位モード Y_{is} 、速度応答スペクトルの最大値と S_{vsmax} とすると、次式で求められる。

$$y_{imax} = \sqrt{\sum_{s=1}^S (\bar{\beta}_s \cdot S_{vsmax} \cdot Y_{is} / n_s)^2} \quad \text{----- (1)}$$

$$y_{imax} \leq \sum_{s=1}^S |\bar{\beta}_s \cdot S_{vsmax} \cdot Y_{is} / n_s| \quad \text{----- (2)}$$

$$\text{ここで} \quad \bar{\beta}_s = \sqrt{\left(\sum_{j=1}^N \beta_{sj} \cdot \cos(n_s t_j) \right)^2 + \left(\sum_{j=1}^N \beta_{sj} \cdot \sin(n_s t_j) \right)^2} \quad \text{----- (3)}$$

$$\beta_{sj} = \sum_{i=1}^k m_i Y_{is} f_{ij} / \sum_{i=1}^k m_i Y_{is}^2 \quad \text{----- (4)}$$

ただし、 t_j ; *j* 交点に進入する地震波の1交点からの時間遅れ

f_{ij} ; *j* 交点と1だけ変位させた時の*i*点の静的弾性変

形曲線

m_i ; *i* 点の質量

(1)、(2)式の Y_{is} の代わりに、*S*次の*i*点の曲げモーメントモード M_{is} を用いれば、最大応答曲げモーメント M_{imax} を求めることができる。

3. 突橋に対する応答計算例とその考察

突橋に対する応答計算は図-1に示す名護屋大橋に対して行った。図-2にこの橋の測点番号及び変位モードを示す。また、応答計算に用いた地震波の速度応答スペクトルを図-3に示す。なお地震波の最大加速度は200 gal に換算している。図中に縦に入れた直線は名護屋大橋の固有振動数に対応するものであり、NIIGATA地震は1次の、TAFT地震は2次の、KUSHIRO地震は3次の S_p の値が特に大きくなっていることが特徴としてあげられる。この3つの速度応答スペクトルを用いて応答計算を行った結果が図-4及び図-5である。

これらの結果を見ると地震波により特徴のある傾向を示しているこ

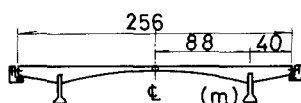


図-1 名護屋大橋

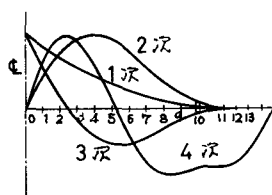


図-2 変位モード

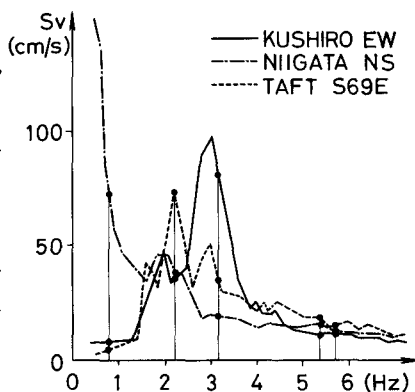


図-3 速度応答スペクトル図

とがわかる。N I I G A T A地震の場合は変位も曲げモーメントも伝播速度に対してほぼ平坦であり、あまり変化があらわれない。K U S H I R O地震の場合は1 km/s付近の凹部とやや左下りの傾向をもち、T A F T地震の場合は逆にやや左上りの傾向を示し、伝播速度による変化が大きいことがわかる。このことを詳しく調べてみるために、観測番号100点の曲げモーメントと各点ごとに分解して描いてみたのが図-6である。N I I G A T A地震の場合前述のように1次の S_0 の値が特に大きいので、 β_0 の傾向が著しく強調されるため図-4、図-5に見られるような平坦な傾向があらわれることがわかる。同様な考え方で、T A F T地震の場合は β_2 の傾向が、K U S H I R O地震では β_0 の傾向が強調されたため伝播速度により特徴ある変化を示すことになったのである。図4、5中の○印は直接応答計算による結果を表わしたもので、応答スペクトルによる計算値の傾向とよく一致していることがわかる。

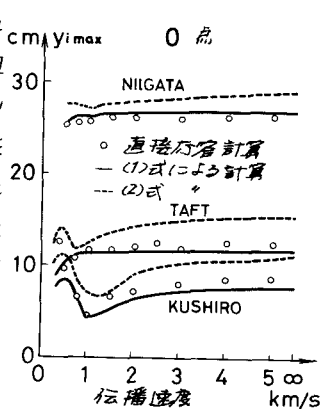


図-4 最大応答変位

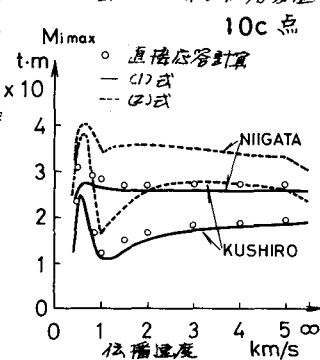
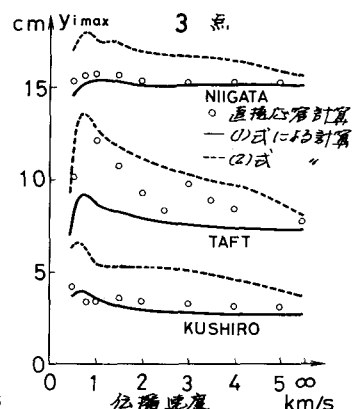
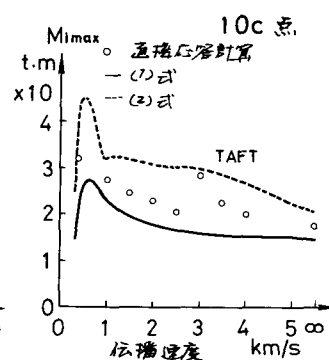


図-5 最大応答曲げモーメント



4. 結論

数値計算結果から、(3)式に示される β_0 の値の地震の伝播速度により大きく変化する次数の卓越周期を有する地震波が進入すると、地動位相差の影響が大きく現れてくる。また、 β_0 が大きく変化する次数のモードが大きい地点においても同様なことと言える。したがって地動位相差を考慮する必要がある長大構造物の耐震設計においては、図-6を描き、応答スペクトルの形状と頂点のモードの関係を調べ、その上で応答スペクトルを用いた応答計算を行なえば総合的に、しかも比較的簡単な計算で地動位相差の影響を判断できるものと思われる。

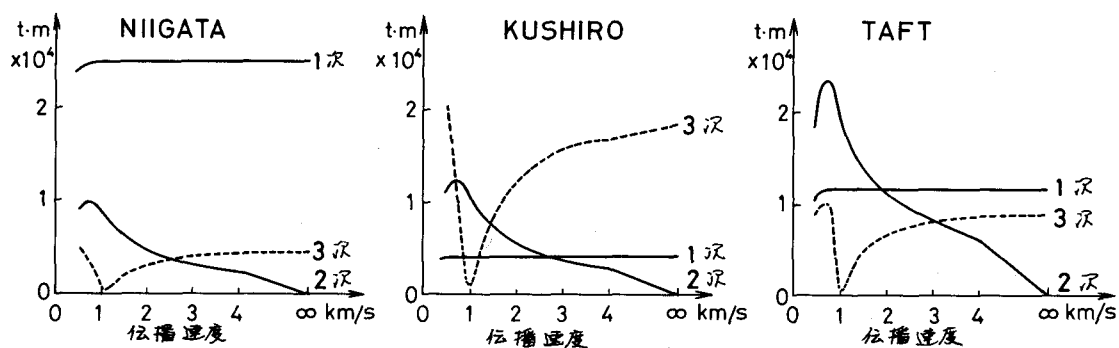


図-6 $\beta_s \cdot S_{Dmax} \cdot M_{max} / n_s$ の図

(参考文献)

- 小坪・鳥野・岡田 「進行地震波による橋梁応答解析への応答スペクトルの利用」 工学会論文集 '78.2月
- 建設省工研研究所 「地震記録のデジタル数値改訂版(その1～その3)」 工研資料 オ876 S48.12月