

中央自動車道橋梁の耐震補強設計における振動特性と地震動の分析

中日本高速道路(株) 名古屋支社 保全・サービス事業部 保全チーム 正会員 ○山口 和範
 中日本高速道路(株) 名古屋支社 保全・サービス事業部 保全チーム 高木 博行
 中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株) 名古屋支店 道路技術管理部 石橋 健作
 岐阜大学 理事・副学長 正会員 杉戸 真太
 岐阜大学 流域圏科学研究センター 正会員 久世 益充

1. まえがき

中日本高速道路(株)名古屋支社では、昭和55年(1980年)より古い基準を適用した耐震性の劣る橋脚の耐震補強等は平成19年度末をもって完了している。現在は、アーチ橋、トラス橋、ラーメン橋などの上部工の耐震補強の進捗を図っているところである。特に、中央自動車道は内陸の山岳地帯を通るルートであり、これらの形式の橋梁が多数ある。このため、「道路橋示方書・同解説 V耐震設計編」(以降、「道示V編」と表記)の地震動以外の検討対象として内陸部の断層の影響を反映した地震動を作成し、構造物の振動特性を考慮した地震動の検討を行った。実際には同時に複数の橋梁の耐震補強設計を進めているが、紙面の制約上、本論文では、落合川橋(鋼アーチ橋)を例として振動特性と地震動の分析概要を報告する。

2. 橋梁概要と想定地震の設定

落合川橋は、中央自動車道の橋梁で、橋長283m、アーチライズ26mの鋼アーチ橋であり、岐阜県中津川市に位置する(図-1参照)。

内陸直下地震の想定地震は検討対象橋梁(落合川橋、池ヶ谷川橋;トラス橋、日吉川橋;ラーメン橋)近傍の阿寺断層、恵那山-猿投山断層、屏風山断層を選定した(図-1参照)。

海溝型地震については、南海トラフで発生する東海・東南海・南海の三連動地震を想定した(図-2参照)。なお、海溝型地震の断層モデルについては、2011年に新たな震源域が公表されているが、本報告では2001年頃に発表されたモデル¹⁾²⁾を参考にした。

地震動は、工学的基盤レベルの地震動算定法EMPRを用いて $V_s=500\text{m/s}$ 相当の基盤波形を算定し、対象橋梁の基盤層($V_s=300\text{m/s}$)相当に振幅調整した波形を用いた。なお、海溝型地震については、当該地域固有の深部地盤条件の影響を考慮した。

3. 橋梁位置での地震動

解析した橋梁位置における地震動(以降、「サイト波」と表記)と道示V編の地震動のスペクトル(I種地盤)の比較を図-3に示す。図-3 a), b)が海溝型地震のスペクトルで、図-2に示すCASE-1, CASE-2に対応しており、図-3 c)~e)が内陸直下地震のスペクトルで、阿寺断層、恵那山-猿投山断層、屏風山断層のものに対応している。

海溝型地震ではサイト波の方が道示V編の地震動に比べて小さく、内陸直下地震では、周波数領域で差異があるが、道示V編の地震動とサイト波がほぼ等しい。また、海溝型地震と内陸直下地震では、内陸直下地震の方が大きく、耐震補強設計を決める主要因となると考えられる。



注) 震源と断層破壊方向は落合川橋の場合

図-1 想定地震(内陸直下地震)

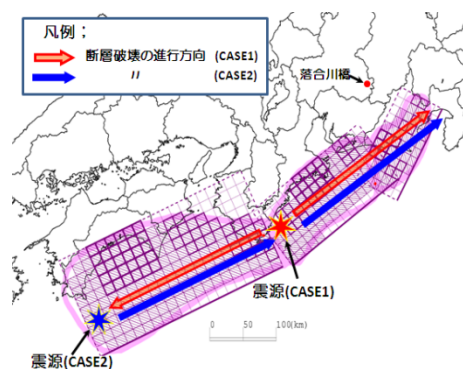


図-2 想定地震(海溝型地震)

キーワード 耐震補強設計, 中央自動車道, 内陸直下地震, 海溝型地震, 振動特性, 地震動

連絡先 〒460-0003 名古屋市中区錦2-18-19 三井住友銀行名古屋ビル13F

中日本高速道路(株)名古屋支社 保全・サービス事業部 保全チーム TEL 052-222-1452

4. 振動特性

落合川橋の固有周期解析結果を表-1に示し、主要な振動モード（2次、6次、8次）の形状を図-4に示す。各モードの影響を分析するために、表-1の中に有効質量の占有率を示しているが、2次～8次のモードで1/2以上を占有していることが分かる。地震動のスペクトル図上での位置付けを明確にするために、図-3の中で2次（固有周期：1.3191sec）および8次（固有周期：0.3795sec）の固有周期を縦の破線で示しているが、この周期領域では道示V編の地震動のスペクトルがサイト波のスペクトルを上回っていることが分かる。

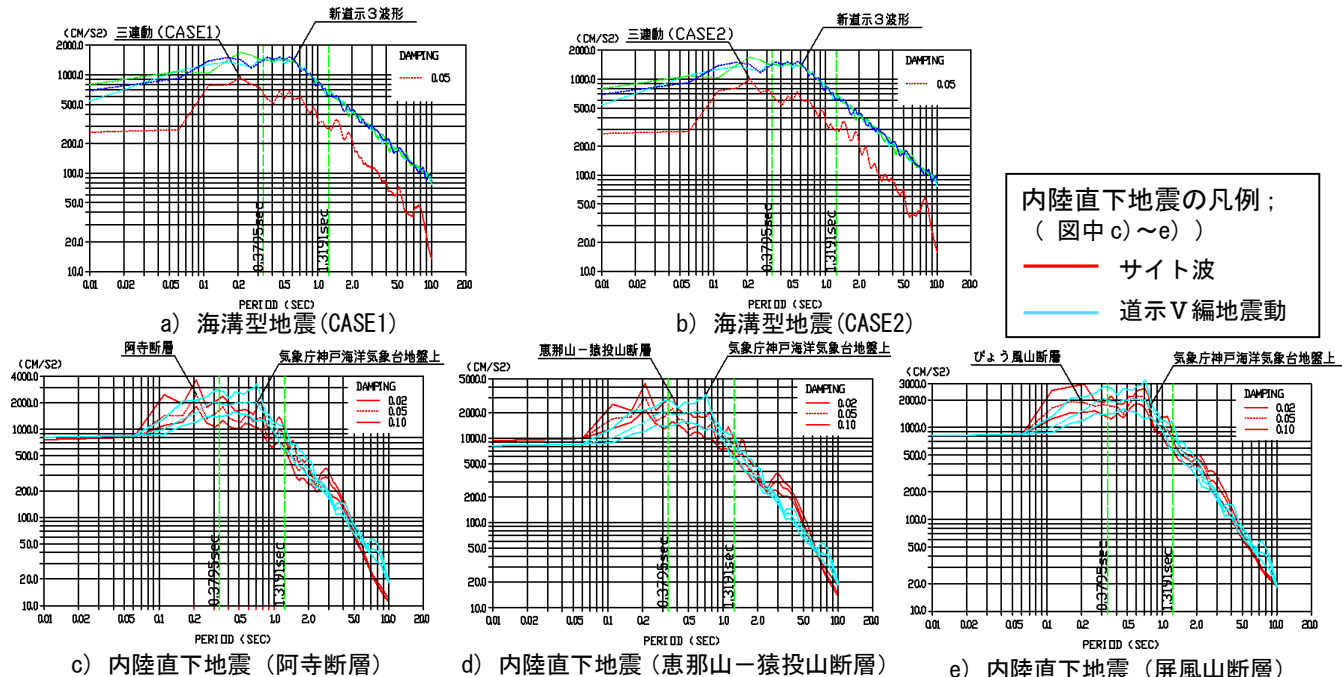


図-3 地震動のスペクトルの比較

表-1 固有周期解析結果

次数	固有周期 sec	有効質量(%)		
		橋軸方向	直角方向	鉛直方向
1	1.6595	10	0	0
2	1.3191	0	70	0
3	0.7879	0	0	2
4	0.6393	0	0	0
5	0.5072	23	0	0
6	0.4835	0	0	49
7	0.3961	0	1	0
8	0.3795	33	0	0
9	0.3540	0	13	0
10	0.3471	0	0	10

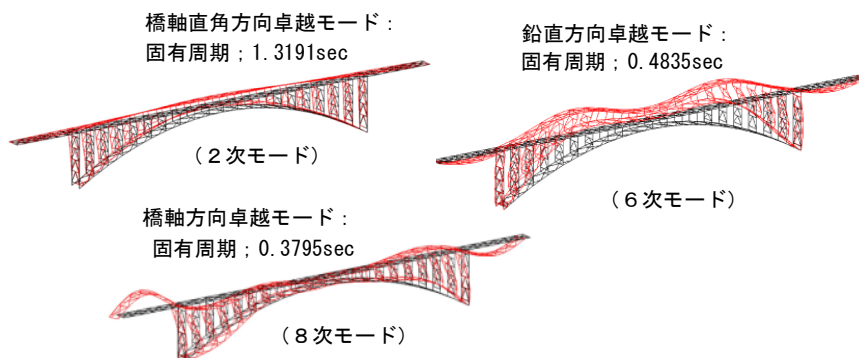


図-4 落合川橋の主要な振動モード

5. まとめ

内陸直下地震について、対象橋梁の卓越周期領域では道示V編の地震動の方がサイト波をやや上回ることから、道示V編の地震動を基本に耐震補強設計を行うこととするが、サイト波が上回る周期領域もあることからサイト波でも照査を実施する予定である。また、海溝型地震の影響については今後詳細に分析する予定である。

謝辞

本耐震補強設計は「名古屋支社管内橋梁耐震性検討委員会（委員長：池田尚治 横浜国立大学名誉教授）」で審議していただいております。記して関係各委員に謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 中央防災会議：東海地震に関する専門調査会，<http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/tokai/index.html>
- 2) 地震調査研究推進本部：南海トラフの地震を想定した強震動評価手法について(中間報告)，<http://www.jishin.go.jp/main/kyoshindo/01b/hyoka.pdf>