

北海道開発コンサルタント(株) 正員 米田 直也
 開発土木研究所 構造研究室 正員 西 弘明
 開発土木研究所 構造研究室 正員 西村 敦史
 開発土木研究所 構造研究室 正員 佐藤 昌志

1. 概要

温根沼大橋側径間部は、その支承構造として免震装置を有する橋梁である。

本橋梁では、地震時挙動を測定する目的で強震計が設置されていたが、10月4日北海道東方沖地震において強震記録を得ることができた。本論文は、この北海道東方沖地震の際の温根沼大橋の動的挙動を把握するための分析について整理したものである。

2. 地震の概要

地震の概要と道内各地の震度を以下に示す。
 震源から本橋梁地点までの距離は約100km、
 地震の規模はM8.1であり、橋梁の耐震性能
 を検討するには十分な影響をもたらしたと考
 えられる。

発生年月日:	1994年10月4日22時23分
震源:	北海道東方沖 深さ30km
規模:	M8.1
各地の震度:	図-1のとおり



図-1 北海道東方沖地震における各地の震度

2. 橋梁の構造と測定結果の概要

1) 橋梁の構造

温根沼大橋側径間部は図-2に示すように、PC4径間の連続プレートガーダー上部構造、鉄筋コンクリート下部構造、鋼管杭基礎を有し、北海道で初めて免震支承を採用した橋梁として建設されたものである。

免震装置(LRB)の寸法及び材質の諸元は次ページに示す通りである。なお、橋軸方向には免震装置の復元力で支えられ、直角方向の動きは支承部に設けたサイドブロックによって拘束されている。

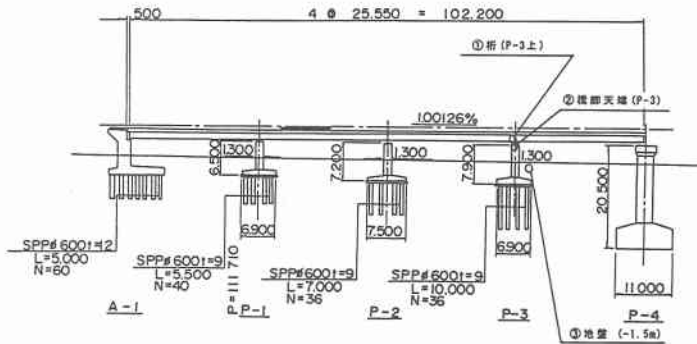


図-2 橋梁の一般形状

The behavior of ONNETOH bridge by hokkaido touhou_oki earthquake in 1994

免震装置 (LRB) の寸法・材質諸元

ゴムのせん断弾性係数

$$G = 8.0 \text{ kg/cm}$$

平面寸法

$$45 \text{ cm} \times 45 \text{ cm}$$

ゴム1層の厚さ

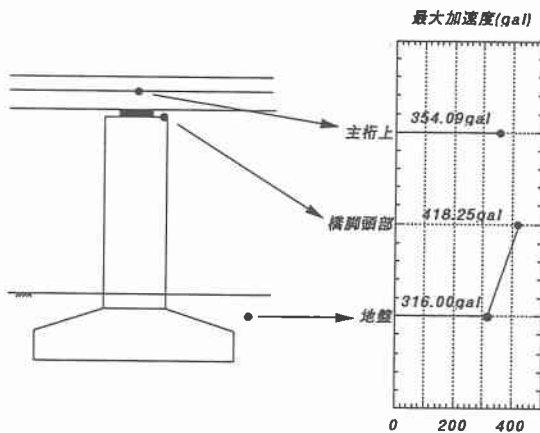
$$1.2 \text{ cm}$$

ゴムの層数

$$18 \text{ 層}$$

鉛プラグ:

$$\phi 14.5 \text{ cm} \times 1 \text{ 本}$$



2) 測定結果の概要

図-3 加速度の最大値

図-3は、上部構造とP3橋脚天端および地盤(深さ1.5m)における加速度測定値の最大値であり、

図-4は、それぞれの時刻歴波形である。

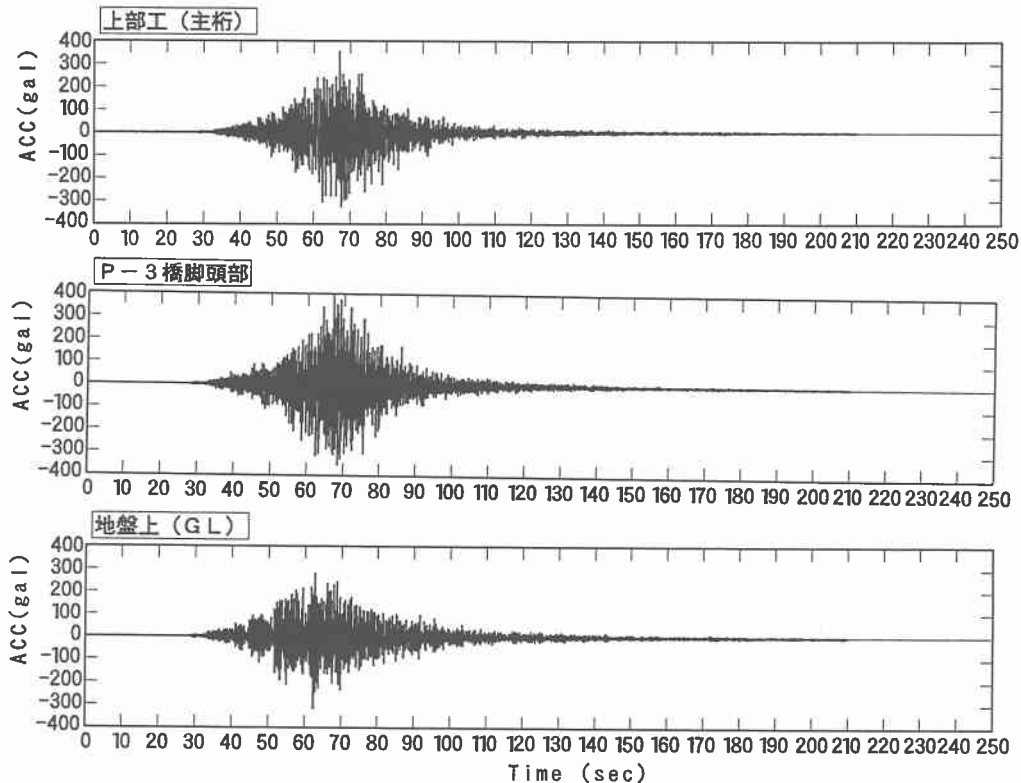


図-4 加速度の時刻歴波

3. 地震時の動的挙動把握のための分析

(1) 地盤の挙動

地盤での加速度応答スペクトル曲線を図-5に示す。卓越する周期についてはほぼ地盤の T_0 に等しい(2.0cps)。また、加速度応答スペクトル曲線の最大値については道示で規定している最大値の約5倍程度であることから、本橋梁においては本地震がL2レベルに相当するものと思われる。一方図-6に変位応答スペクトル曲線を示す。これより、周期が1秒付近から長周期の範囲において変位応答スペクトル値が変化していない。これは今回の地震波において長周期の成分が少ないためであると思われる。

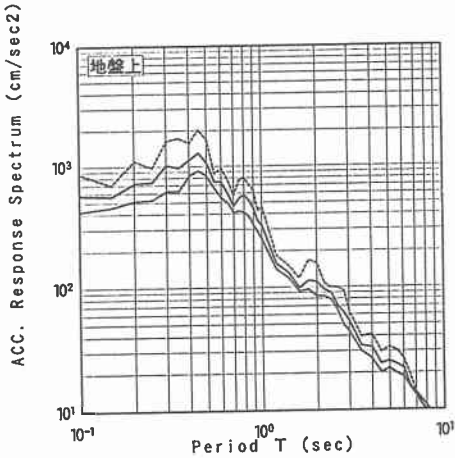


図-5 地盤での加速度応答スペクトル曲線

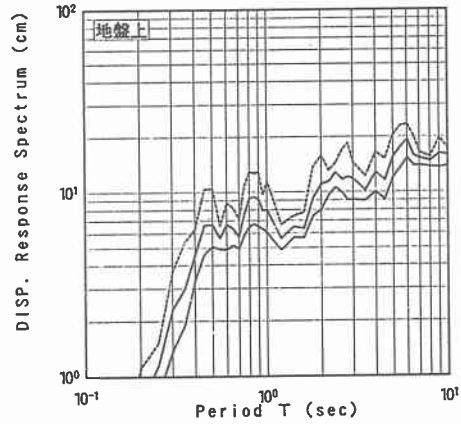


図-6 地盤での変位応答スペクトル曲線

(2) 構造物の挙動

主桁の加速度応答スペクトル曲線を図-7に示す。また、主桁と地盤との伝達特性を図-8に示す。これより図-3に示した慣性力の低減は、免震支承による上部工の長周期化によるものと思われる。

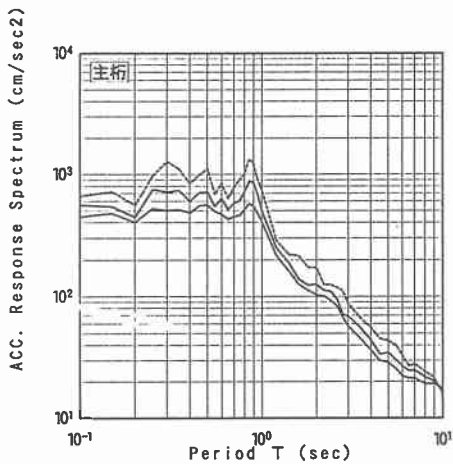


図-7 主桁での加速度応答スペクトル曲線

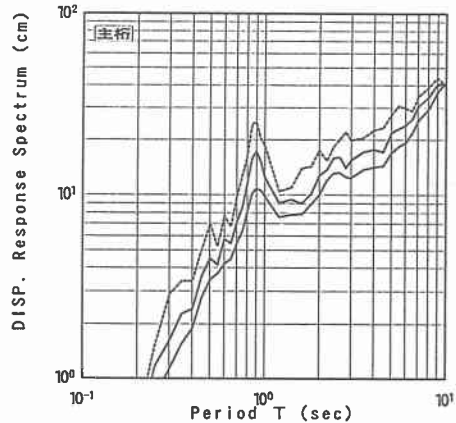


図-8 主桁での変位応答スペクトル曲線

(3) 免震装置の挙動

図-10に、地震時における上下部構造相対変位を示す。ここで、上下部構造間相対変位は、上部構造の加速度時刻歴から下部構造の加速度時刻歴を減じた値を時間について積分したものである。これによると、計算より得られた変位値から考えると、免震支承の鉛の降伏変位である1.3cmより大きい。従って免震支承は少しだけ2次剛性へ入っていたものと思われる。

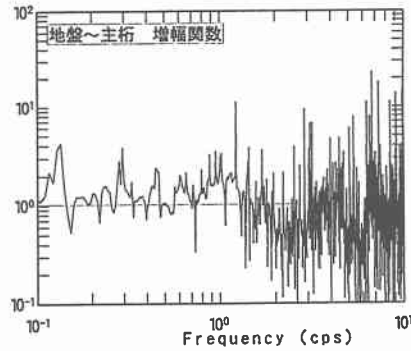


図-9 地盤と主桁との伝達関数

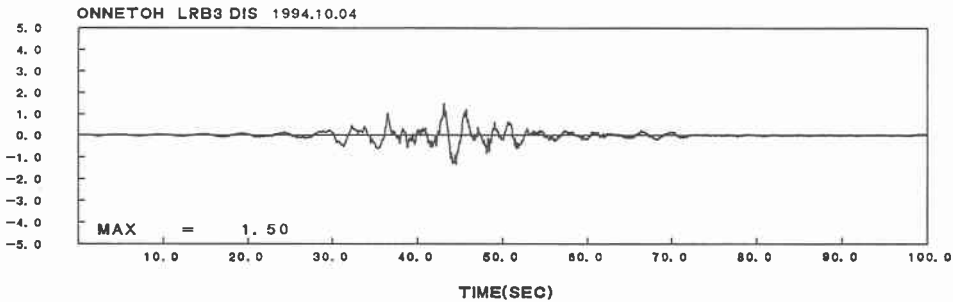


図-10 上下部構造相対変位

(4) 地盤記録による加速度応答スペクトルとの比較

構造物の振動特性を概略的に把握するためにP3橋脚とその分担する上部構造重量に着目してモデル化し、その固有周期を求めると、

- 支承構造を固定と仮定した場合 0.37sec
- 支承構造を免震支承とした場合 0.64sec

一方、上記の固有周期に対応する加速度応答値を地盤の加速度応答スペクトル曲線から求めるとそれぞれ

- 支承構造を固定と仮定した場合 約1000gal
- 支承構造を免震支承とした場合 約600gal

よって、この結果からも免震支承の固有周期伸長の効果によって慣性力の低減があったことになる。

4. 結論

北海道東方沖地震による免震橋梁である温根沼大橋の動的挙動について観測結果より、

- 1、最大加速度からみると本地震は、L2レベルの地震波であった。
- 2、免震支承の固有周期伸長の効果によって慣性力が低減されたと考えられるが、なお一層の検討が必要である。