

I-11

エアベアリングを用いた衝撃的荷重載荷装置の開発について

(株)	間	組	正 員	嵯峨 一
(株)	間	組	正 員	西川 篤哉
計 測 技 販 株 式 会 社			正 員	後藤 雪夫
北海道開発局	開発土木研究所		正 員	佐藤 昌志
室 蘭 工 業 大 学			正 員	岸 徳光

1. はじめに

近年わが国においては、平成5年の北海道釧路沖地震を契機に同年の北海道南西沖地震、北海道東方沖地震、三陸はるか沖地震、さらには平成7年の兵庫県南部地震が発生し、道路橋橋脚等が重大な被害を受けているにとどまらず、尊い人命も失われている。

この様な状況において、衝撃的載荷重時における橋脚等構造物の動的挙動を把握し、構造物の耐震性の向上をはかる事が急務であり、著者らのこれまでの実物橋脚の1/3～1/5程度の模型の水平交番試験、動的リニアウエー実験等により、数多くの成果がもたらされている。

しかしながら、橋脚の耐震性を評価するにあたって、上部工の影響やスケール効果の影響が非常に大きい事が、これまでの実験でも確かめられており、次のステップとして、実規模橋脚を製作し、同様な確認実験が必要であると思われる。本試験装置は、実規模の構造物に対して衝撃的地震動を再現することを可能とするものであると考えられる。

2. これまでの実験の経緯

2. 1 現在の動的試験の限界

構造物の衝撃的荷重載荷時の動的挙動を見るには、振動台に試験体を固定し、振動実験を行うことが最も単純な方法と思われるが、地震動を再現できるほどの振動を試験体に与えることは、非常に困難であると考えられる。

ところで、先に述べた、北海道3大地震に比べ兵庫県南部地震で観測された強震記録は、比較的周期の短い波形で2～3のパルス状のものが特徴的となっており、地震波の主波動が急激に卓越する衝撃的な荷重が構造物に作用していると考えることができる。そこで我々はこの点に着目し、この様な衝撃的地震動の再現を計画し、次に示す試験装置を製作し、実験を行った。

2. 2 動的リニアウエー実験

これまで行われてきた動的リニアウエー実験装置概要図を、図-1に示す。これは、水平方向の摩擦が小さいリニアウエーレール上に移動台車を乗せ、この台車にRC橋脚模型の基礎フーチングを固定する。橋脚天端には上部構造の質量に相当するウェイトを乗せ、台車の先端には、高張力ゴムを取り付け後方に台車を引き込みこれをリリースすることで、前方の反力壁に衝突させ、衝撃的な地震動を再現するものである。

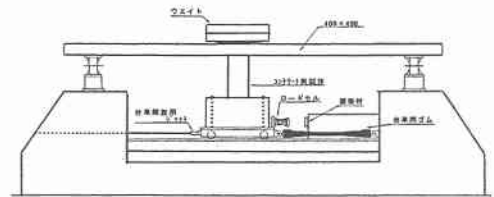


図-1

Development of Impact Loading System with Air bearing

by Hajime SAGA, Atsuya NISHIKAWA, Yukio GOTOU, Masashi SATOU, Norimitsu KISHI

2. 3 実規模の衝撃的荷重装置の製作

これまでに、RC橋脚模型を用いて、前述の実験を行ってきたわけだが、1で述べたように、耐震性を評価するにあたって、上部工及びスケール効果の影響が非常に大きいと思われ、実規模の橋脚に衝撃的地震動を与えるべく、本試験装置を計画、製作するに至った。

3. 試験装置概要

3. 1 試験装置概要

本試験機は、上部構造、それを支える橋台（2基）、支承部及び試験体、走行架台、エアベアリング、反力壁及び基礎からなる。吊り上げられた重錘が後方の脱着装置が解放されることによって落下し、それに引かれる様に走行架台が前方に移動、反力壁に衝突し、試験体に衝撃的な加速度を与えることができるものである。この時、重錘の落下高さを変えて、走行距離を変化させていくことで、入力加速度を制御する事が出来ると思われる。図-2に試験装置全体図を示す。

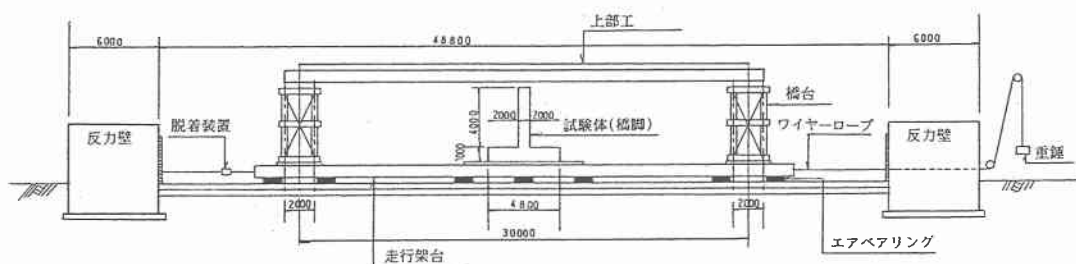


図-2

1) 上部構造

2径間連続鋼板桁を用い、その上にコンクリートを詰めた覆工板を乗せて上部工とする。全体平面図を図-3に、断面図を図-4に示す。

上部構造重量	鋼板桁	15.8 t
	覆工板	90.0 t (2段積・中詰めコンクリート含む)
	合計	105.8 t

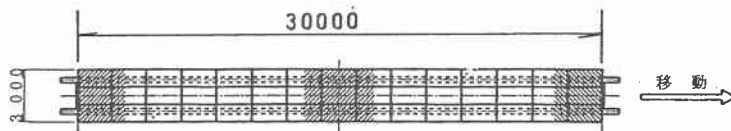


図-3

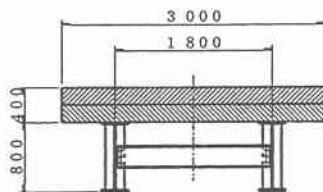


図-4

2) エアベアリングについて

実規模の実験を行うにあたって、最も課題となるのは、試験体に衝撃的荷重を与えるために、400tもの物体（上部・橋台・試験体・走行架台・エアベアリング）を、実験上必要な加速度で引張る方法だが、本試験装置では、これを実現するためにエアベアリングを採用した。エアベアリングとは、床面との間に空気の膜を発生させることにより、摩擦係数が1000分の1となり極めて小さい力で、重量物を動かすことが可能な装置である。原理を、図-5及び以下に示す。

- ① エア供給口から入った圧縮エアは、ダイヤフラムを膨らませ荷重と釣り合う。
- ② ダイヤフラムにためこまれたエアは、小穴をとおり、ダイヤフラムと床面との間から外部に漏れる。
- ③ この時、ごく薄いエアフィルムが形成され、空気の潤滑効果が得られる。

エアベアリングの走行性能及び空気消費量は、床の表面状態によって大きく左右されるため、表面は、平坦でかつ、クラック、段差等のないことが要求される。そこで、本試験装置においては、床面に鉄板（ $t = 1.2\text{ mm}$ ）を敷いた。

又、走行時の左右への流れ防止として、ガイドコンクリート壁を設け更に、側部にもエアベアリングを設置した。

以下にエアベアリング（円形）の性能を示す。

型 式：	・側部流れ防止用	中圧型（C19-0030）
	・浮上用	中圧形（C19-0051）
耐 圧 力：	・側部流れ防止用	2.5 Kg/cm ²
	・浮上用	2.5 Kg/cm ²
能 力：	・側部流れ防止用	9,000 Kg/ヶ
	・浮上用	38,000 Kg/ヶ
使用数量：	・側部流れ防止用	6ヶ
	・浮上用	14ヶ

図-6にエアベアリング配置図を示す。

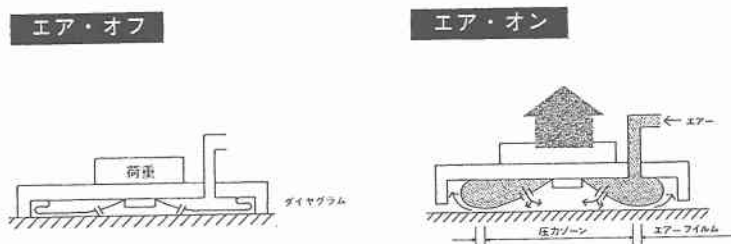


図-5

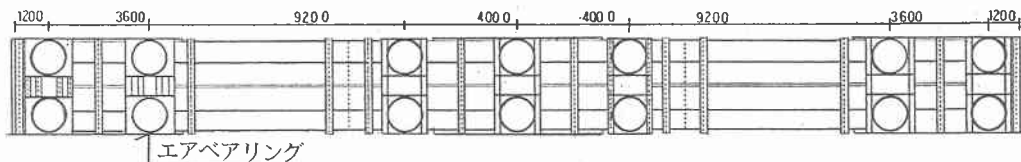


図-6

3. 予備実験の結果

基部に加速度計を取り付けた試験体を走行架台にセットし、走行距離を1.5m、2.0m、2.5mと変化させて反力壁に衝突させた。この時の、入力加速度の時刻歴をそれぞれ図-7～図-9に示す。見ての通り、短時間で急激に最大加速度に至る波形特性を示し、又走行距離が長くなるほど、最大加速度も大きくなっていることがわかる。以上のことからこの試験装置を用いることによって、衝撃的な地震動の再現が可能であり、又走行距離を変えることによって、入力加速度の制御が可能であると思われる。

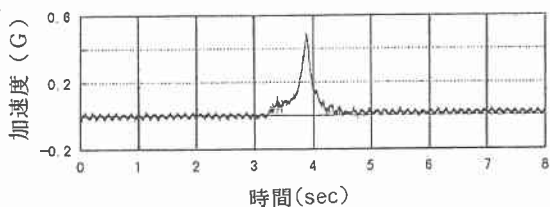


図-7

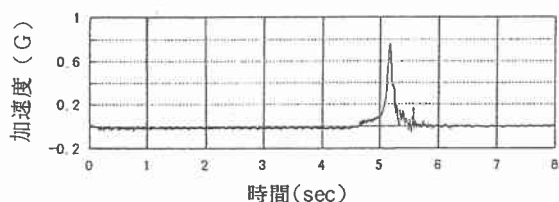


図-8

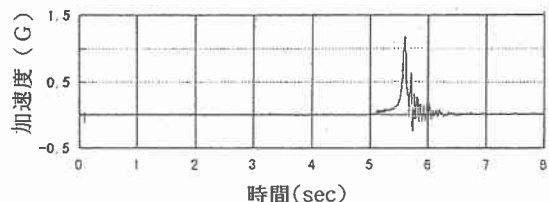


図-9

4. まとめ

本試験機により、これまでに行われてきた模型による実験をもとにした、実橋における衝撃的な地震動の再現が可能となり、RC橋脚の動的挙動の把握に期待が持てるものと思われる。

又、新素材による橋脚の補強工法、免震支承の衝撃的地震動に対する効果、及びコンクリート構造物のみならず土構造物の衝撃的地震動に対する影響等の研究成果にも期待が持てるものと思われる。