

I - B 214 隣接橋梁の地震時における衝撃力の緩和に関する実験

大阪大学大学院 学生員 梅 曙東 大阪大学大学院 フェロー 西村 宣男
 六菱ゴム 北脇 道夫 トーニチコンサルタント 福田 清
 跨座型大阪モノレール本部 松崎 慎一郎

1. まえがき

兵庫県南部地震は、大阪モノレールにおいてPC軌道桁の支承部品の破損する被害が見られた。破損した支承部品はダボと称されている鑄鋼製PC軌道桁の位置調整のために設置されたせん断キーである。この破損は、隣接する橋梁間での地震時応答が異なるために、可動支承の遊間を越える相対変位により衝突現象が発生し、大きな衝撃力が作用したことによる¹⁾。このことを踏まえ、このたび沖繩都市モノレールの建設に際しては、橋梁の耐震性の向上を考慮してダボ基部の応力集中をなくすために、底板の溶接部にR加工²⁾して耐力強化を行っている。さらに、可動支承の下沓とダボの橋軸方向のすき間には鉄くさびの代わりに緩衝材を挿入して衝撃荷重の低減を図っている。ゴム緩衝材より地震時発生する衝撃力の緩和効果は、既に本研究室の動的解析³⁾より明かされている。しかし、高性能な緩衝材を開発するためには、実験的な研究もまた不可欠である。そこで今回は地震時橋梁の模擬衝突実験を行い、衝撃力の緩和効果を効率よく発揮できるような積層ゴムの最適寸法と剛性を決定するための基礎資料を提供することを目的とする。

2. 実験概要

実験装置を図-1に示す。装置は橋梁の可動支承における上沓と下沓に見たてた2台の鋼製箱枠にコンクリート充填した台車から成り、下沓部分を含む台車(以下、台車1)支承部のダボの橋軸方向前後に積層ゴムを用いた緩衝材を取りつけ、レールの上を自由走行できる台車(以下、台車2)によって、上沓に加わる衝撃力を与える。台車1は重さ3.3ton、台車2は重さ2.2tonで、ダボは沖繩都市モノレールに使用される実物と同じものを用いた。

2.1 緩衝装置 ベースプレートは支持桁の上フランジにボルトで固定し、その上に下沓を載せる。下沓の真中の穴とダボの間に図-2に示したプレートで橋軸方向と直角方向に挿入し、橋軸方向の隙間には積層ゴム緩衝材を挿入する(図-5)。ダボ基部のひずみ変化を調べるために貼り付けたゲージの配置状況は図-3に示す。

2.2 衝撃力発生装置 台車2の衝突速度の調整は、図-1のようにレール上に設けたスロープを利用して行う。また、それぞれの台車の衝突箇所には円形の支圧板を付け、台車1の衝突箇所にはロードセル反力計を付ける。

2.3 速度計測装置 緩衝材積層ゴムの緩衝効果を正しく比較するため、各実験ケースで同じレベルの衝撃エネルギーを与える必要がある。そのため、台車2はスロープの同じ高さから走行させ、速度計測を行う。速度計測は、衝突寸前のレール上に貼り付けられた2つのゲージにより、台車の通過時間差を計測することで行う。

2.4 実験ケース 供試体緩衝材として使われる積層ゴム

は鉄板とゴム層を水平接着した2層構造で構成されている。諸元を図-4に示す。今回の実験では、ダボとプレート間に鉄くさびを挿入したもの、図-5(a)のような積層ゴム緩衝材を同じ向きに3枚挿入したものと図-5(b)のようにゴム同士、鉄板同士合わせ3枚挿入したもの(以下、緩衝材逆向き配置)の3つのケースを行う(表-1)。台車2の速度は高、中、低3種類あり、ひずみ-時刻の関係については、高速の場合のみを考察した。

3. 実験結果と考察

3.1 ダボ基部のひずみ-時刻関係 図-6~図-8のグラフは、各実験ケースにおけるダボ基部のひずみ-時刻の関係を示したものである。これらの図より各ケースともダボ基部の両端(ch1, ch3, ch4, ch6)で最大ひずみが発生していることが分かる。また、各位置のひずみ波形の時間的変化の傾向はよく似ているが、緩衝材を配置した場合のひずみ波形は緩衝材のない場合に比べて、時間的に緩やかになっており、衝撃現象はゴム緩衝材によって緩和されていることが分かる。具体的な数値から鉄くさびを挿入した場合の最大ひずみは、引張側4357 μ 、圧縮側2690 μ に対し、積層ゴム緩衝材を配置した場合は、引張側1917 μ 、圧縮側1732 μ となっており、鉄くさびを挿入した場合と比べて、約50%小さくなる。また緩衝材積層ゴム逆向きに配置した場合の最大ひずみは同じ向きに配置したものより、さらに10%小さくなっている。これは緩衝材積層ゴムの配置及び配置方法によって、全体の剛性が低下し、緩衝効果が高くなったために生じる。

3.2 衝撃伝達率について 本実験の最終目的は、ダボの橋軸方向の前後面に配置した積層ゴム緩衝材によって衝突時に発生した衝撃力の緩和効果の評価である。つまり、ダボへの伝達衝撃力が衝突衝撃力と比べてどの程度低減するかである。しかし、直接伝達衝撃力を測定するのは困難である。そこで今回の実験では、測定したダボ基部の伝達ひずみと衝突衝撃力より計算したダボ基部の衝突ひずみの比を ϵ/ϵ^* として評価した。伝達率 ϵ/ϵ^* と台車2の速度Vの関係を図-9に表わす。図-9より同じ部材では速度と伝達率はほぼ比例する。また、ダボの前後面に配置した部材の剛性が小さいほど伝達率が小さくなる。これは緩衝材の剛性の低下により緩衝効果が高くなったためである。

4. まとめ

- ① ダボ前後の遊間に緩衝材を配置する場合は、衝撃応答作用時間が伸び、緩衝材は衝撃エネルギー吸収する緩衝効果があることが分かった。
- ② 今回の実験では、緩衝材積層ゴムの配置方法によって、剛性が小さいほど緩衝効果が高いことが分かった。

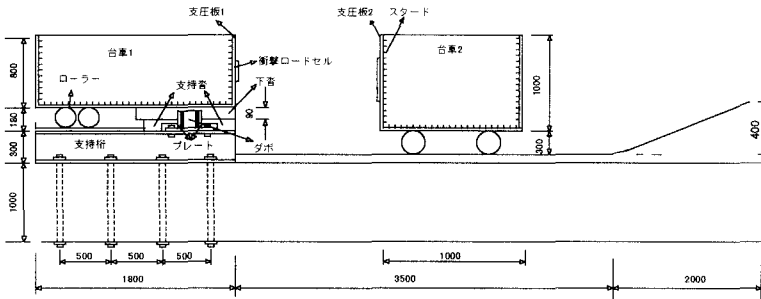


図-1 実験装置

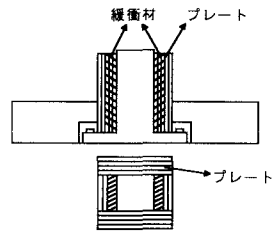


図-2 緩衝材とプレートの挿入

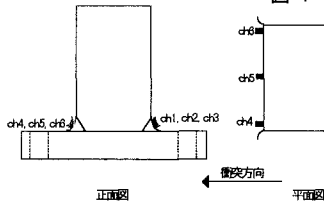


図-3 ゲージのチャンネル配置

表-1 実験ケース

| ケース | 挿入物 | ダボ前後の遊間 | 鉄以外の厚さ |
|-----|-------|---------|--------|
| 1 | 鉄くさび | 55mm | - |
| 2 | 積層ゴムa | 55mm | 31.5mm |
| 3 | 積層ゴムb | 55mm | 31.5mm |

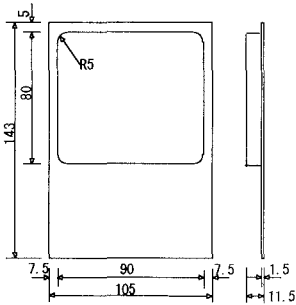


図-4 緩衝材ゴムの諸元

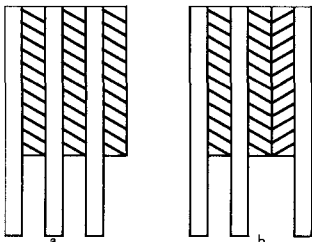


図-5 緩衝材ゴムの挿入方法

参考文献:

- (財) 災害科学研究所・大阪大学工学部土木構造研究室・(株) トーニチコンサルタント: 兵庫県南部地震における大阪モノレールPC軌道桁支承部品の破損原因の究明成果報告書
- 梅曙東, 池内智行, 西村宣男: ゴム緩衝材を有するモノレールPC軌道桁の地震時動的相互作用シミュレーション, 平成10年度土木学会関西支部年次学術講演会, I-34

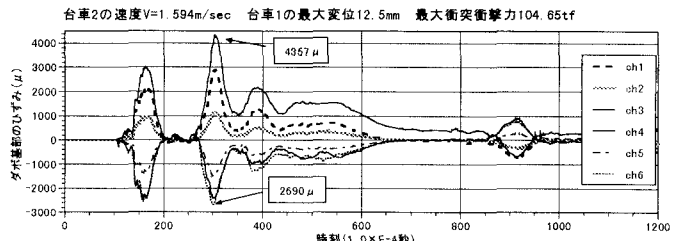


図-6 緩衝材配置しない場合のひずみ-時刻の関係

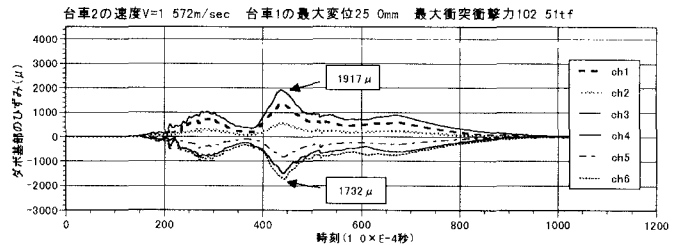


図-7 緩衝材同じ向き(a)の場合のひずみ-時刻の関係

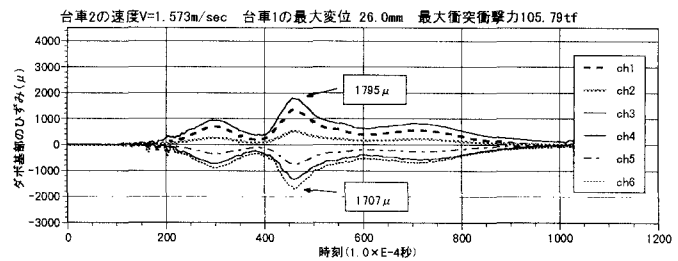


図-8 緩衝材逆向き(b)の場合のひずみ-時刻の関係

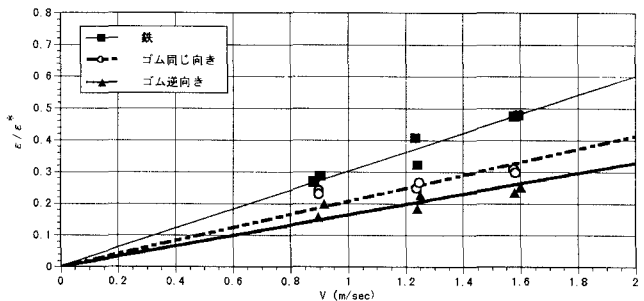


図-9 伝達率-速度の関係