# 拘束条件に着目した落橋防止構造用緩衝ゴムの衝撃力低減効果に関する実験的考察

九州大学大学院 学生会員 〇字野 まり子 正会員 玉井 宏樹 正会員 園田 佳巨 横河ブリッジホールディングス 正会員 結城 洋一 正会員 春日井 俊博

## 1. 緒言

落橋防止構造には衝撃的な地震荷重の緩和機能を持たせることが道路橋示方 書により規定されているが、緩衝材の性能の評価法や諸元の決定方法は確立され ておらず、緩衝材の選定は設計者の判断に任せられているのが現状である.一般 的に緩衝材としてゴムを利用しているものが多いが、落橋防止構造毎に様々な形 状や硬度を有したゴムが利用されているとともに、設置状況によっては緩衝ゴム の拘束条件が異なっているのが現状である。拘束条件によっては、ゴムの圧縮性 が変化することが容易に想定できるが、その衝撃緩衝特性への明確な影響はこれ まで明らかにされていない。そこで本研究では、一般的な緩衝ゴムとして支圧定 着型落橋防止構造に用いられる矩形ゴムを対象に落錘式衝撃実験を実施し、その 拘束条件が衝撃力低減効果に及ぼす影響について基礎的検討を行った。

## 2. 拘束条件をパラメータとした矩形ゴムの落錘式衝撃実験

#### 2.1 実験概要

実験は、図1に示すように落錘式衝撃試験装置を用いて鋼製重錘(重量 200kg) を所定の高さから自由落下させ、ロードセル上に設置した試験体に衝突させるこ とにより実施した.実験対象は異なる拘束条件を有する矩形の緩衝ゴム(図2(a) ~(c))であり、試験ケースは緩衝ゴム無し、ケースA、ケースBの3ケースを 行った.緩衝ゴム無し(図2(d))とは載荷コマを支持プレートの上に直接設置す る場合、ケースA(図2(a)、以下0F)とは載荷コマと支持プレートの間に緩衝 ゴムを設置する場合、ケースBの2面拘束(図2(b)、写真1、以下2F)とは矩 形の緩衝ゴムの2つの側面を拘束ジグにより拘束した場合、ケースBの4面拘束

(図2(c),以下4F)とは、緩衝ゴムの4つの側面を拘束した場合とした.また2面拘束と4面拘束の初期拘束圧は0.032 N/mm<sup>2</sup>に設定した.表1に実験ケースを示す.緩衝ゴムには硬度55度のクロロプレンゴムを用いており、試験体名は、拘束数-硬度-ゴム厚-形状(受圧面の1辺の長さ)を表している.また、重錘衝突速度(以下、衝突速度)は、装置の載荷可能範囲内で設定した。測定項目は

試験体を伝達する伝達衝撃力およ び緩衝ゴムの圧縮量である. 伝達衝 撃力は試験体底面部に設置したロ ードセル (CLF-100,最大100ff,サ ンプリング周波数10kHz)によって 測定し,圧縮量は載荷コマ側面に取 付けたターゲットを高速カメラで 撮影する(1500フレーム毎秒)こと により測定した.



写真1 2面拘束の試験体設置状況



キーワード 落橋防止構造,緩衝ゴム,拘束条件,衝撃実験

# 2.2 実験結果および考察

異なる拘束条件を有する 緩衝ゴムの実験結果から得 られた衝撃力応答を, 衝突速 度 2.0m/s を代表して図 3 に 示し,それらの最大衝撃力低 減率と衝突速度の関係を図4 に示す.本実験において最大 衝撃力低減率は, h = 50mm /a = 100mm の場合, 82~ 89% (0F), 78~84% (2F), 3.5 ~31% (4F)であり、また衝撃 力継続時間は,27~41ms (0F), 22~25ms (2F), 5~6ms (4F) であった. これらの結果より 2面拘束から4面拘束の間に 著しく衝撃力低減効果が減

		試験体名	側面の 拘束条件	ゴム厚 (mm)	ゴム形状 (mm)	重錘衝突速度 (m/s)
		N-100				0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.5
		N-150				0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.5
		0F-55-5-100	0面拘束	5	100	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.5
W× I		0F-55-25-100	0面拘束	25	100	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.5
		0F-55-40-100	0面拘束	40	100	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.5
		0F-55-50-100	0面拘束	50	100	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.5
		0F-55-25-150	0面拘束	25	150	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.5
		0F-55-40-150	0面拘束	40	150	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.5
		0F-55-50-150	0面拘束	50	150	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.5
		2F-55-50-100	2面拘束	50	100	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.5
5		4F-55-50-100	4面拘束	50	100	0.5, 1.0, 2.0, 2.0

表1 実験ケース

少し、衝撃力継続時間が短くなる事が分かり、4Fにおいては、0F、2Fとは 違い緩衝ゴム無しの衝撃力特性に類似している事が示された.また4Fの重 錘衝突速度の増加に伴い、低減率が増加する傾向があるが、これは、拘束ジ グが緩衝ゴムの側面によって押され、狭小な拘束ジグ間の隙間から緩衝ゴム の隅が突出することで、荷重が低減されたものと考えられる.また、緩衝ゴ ムの最大圧縮量(図5参照)においては、2Fが0Fの約0.59~0.76倍、4F が0Fの約0.1~0.16倍となり、拘束面が増えるにつれて圧縮量は減少してい くことが確認できた.

また緩衝ゴムの拘束条件が衝撃低減効果に与える影響を考察するため,形 状比および拘束比を以下のように定義した.

1)
1

拘束比=拘束面積 / 全側面積

図6にケースAにおいて異なる厚さと受圧面積を有する緩衝ゴムを用いた 場合の最大衝撃力低減率と形状比の関係を、図7にケースAとBにおいて 硬度55度, a=100mmを有する緩衝ゴムを対象にした場合の低減率と拘束 比の関係を示す.これらの結果より、形状比と最大衝撃力低減率の関係は概 ね線形的に減少するのに対し、拘束比と最大衝撃力低減率は2直線で近似で きるような関係があり、拘束比が約0.3以下では低減率が著しく減少するこ とが分かった.また拘束比と形状比の両方において、比率が増加する程、衝 突速度の影響が表れる事が考察された.

## 3. 結言

本研究では、異なる拘束条件を有する矩形の緩衝ゴムを対象に、落錘式衝撃実験を行い、緩衝ゴムの拘束状態が衝撃力 の低減効果に及ぼす影響を検証した.その結果、側面を全く拘束しない場合と4つの側面の内2面を拘束した場合で約78% 以上の低減率を有するのに対し、4面を拘束した場合では31%以下の衝撃力低減率となり、著しく低減効果が減少する事 が分かった.また異なる拘束条件を元に拘束比を定義したところ、拘束比が0.3以下において急激に衝撃力低減効果が減 少する事が示された.今後、拘束比と衝撃力低減効果の関係を更に具体化し、形状比との関連性やゴム硬度の影響も検討 することで、設計の指標として用いる検討を行う予定である.

(2)



#### 図7 最大衝撃力低減率一拘束比関係