

緩衝材ゴムの静的圧縮剛性に関する実験的検討

関東学院大学 正会員 ○四元義直, 正会員 北原武嗣

1. はじめに

耐震性能向上のためゴム支承や免震支承の普及が進んでいる。このため、上部構造の変位が増大することによる隣接桁間衝突の危険性が高まっているといえる。桁間衝突による桁端部の損傷を低減するため、緩衝材による衝撃力緩和効果が期待されている。

著者らによる一連の衝突実験により、桁間衝突時に緩衝材ゴムに作用する最大衝撃力は、衝突速度、衝突物体の質量、および緩衝材ゴムの圧縮剛性に大きな影響を受けることを明らかにした¹⁾。しかしながら、緩衝材ゴムの圧縮剛性に関する検討は十分実施されていないと考えられる。

そこで本研究では、緩衝材ゴムの圧縮剛性を明らかにするため、静的圧縮試験を行った。この際、緩衝材ゴムの形状や硬度が圧縮剛性に与える影響に着目して検討するものとした。

2. 実験概要

本研究では、図-1 に示すような直方体のゴム供試体を用いた。緩衝材ゴムの硬度は通常 55 ± 5 のものが使われる²⁾ことを考慮し、ゴムの硬度は、硬度 50 と硬度 60 を用いることとした。

また、断面形状がゴムの圧縮剛性に与える影響を検討するため、表-1、表-2 に示す断面形状を持つゴム供試体を用いて実験を行った。ここで表-1、表-2 はそれぞれ、硬度 50 と、硬度 60 のゴム供試体における、断面積 A (mm²)、厚さ t (mm) と、形状率 α の対応を示したものである。形状率 α は次式のように定義した。

$$\alpha = \frac{A_f}{A} \quad (1)$$

ここに、 A : 荷重を受ける断面積、

A_f : 自由表面積 (ハッチの部分)。

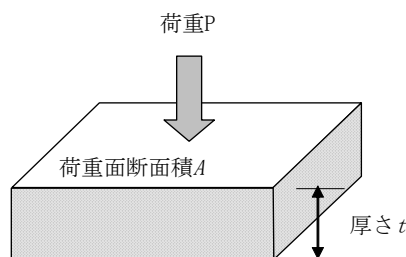


図-1 ゴム供試体形状

表-1 供試体 (硬度 50)

ケース	断面積 A (mm ²)	厚さ t (mm)	形状率 α
60-30	3600	30.0	2.00
60-20	3600	20.0	1.33
60-10	3600	10.0	0.67
60-8	3600	8.0	0.53
60-6	3600	6.0	0.40
40-20	1600	20.0	2.00
40-10	1600	10.0	1.00
40-8	1600	8.0	0.80
40-6	1600	6.0	0.60
40-3.5	1600	3.5	0.35
30-20	900	20.0	2.67
30-10	900	10.0	1.33
30-8	900	8.0	1.07
30-6	900	6.0	0.80
30-3.5	900	3.5	0.47
20-10	400	10.0	2.0
20-8	400	8.0	1.6
20-6	400	6.0	1.2
20-3.5	400	3.5	0.7
20-2	400	2.0	0.4

表-2 供試体 (硬度 50)

ケース	断面積 A (mm ²)	厚さ t (mm)	形状率 α
60-30	3600	30.0	2.00
60-20	3600	20.0	1.33
60-10	3600	10.0	0.67
40-20	1600	20.0	2.00
40-10	1600	10.0	1.00
40-8	1600	8.0	0.80
30-10	900	10.0	1.33
30-6	900	6.0	0.80

試験方法はゴム試験法³⁾を参考に、載荷速度を 10mm/min とした。各供試体ともに、3 回の圧縮試験を行ったが、1 回目はゴムの成分を安定させるための「ならし載荷」とし、2 回目および 3 回目の平均値として圧

キーワード : 桁間衝突, 緩衝材ゴム, 圧縮剛性, 形状率

連絡先 : 〒236-8501, 横浜市金沢区六浦東 1-50-1, 関東学院大学, TEL : 045-786-7857, E-mail : kitahara@kanto-gakuin.ac.jp

縮剛性を求めるものとした。また、各ケースとも 3 体の実験を行った。

3. 実験結果と考察

3.1 圧縮剛性と形状率の関係

図-2 に形状率と圧縮剛性との関係を示す。図中、○は硬度 50 の実験結果を、■は硬度 60 の実験結果を示している。また、実験結果を非線形回帰した結果を実線(硬度 50)と破線(硬度 60)で示している。

図-2 より、硬度 50、硬度 60 のゴム供試体ともに、形状率 α が小さくなるほど圧縮剛性が大きくなる傾向があり、それぞれ、次のような式で回帰される。

$$K = \frac{1.02}{\alpha^{2.08}} \quad (\text{硬度 50}) \quad (2)$$

$$K = \frac{1.54}{\alpha^{2.00}} \quad (\text{硬度 60}) \quad (3)$$

ここに、 K : 圧縮剛性 (kN/mm), α : 形状率

すなわち、圧縮剛性は形状率のほぼ 2 乗に反比例するといえる。また、硬度による違いをみると、硬度 50 よりも硬度 60 の場合の方が、若干大きな圧縮剛性を示していることがわかる。

3.2 圧縮剛性の評価式の検討

一般的に緩衝材ゴムの硬度は 55 ± 5 の範囲内のゴムが使われること、および設計時の簡便性を考慮した場合、緩衝材ゴムの圧縮剛性評価式は一つであることが望ましいと考えられる。

そこで、図-3 のように硬度 50 と硬度 60 の結果を区分せずに形状率と圧縮剛性の関係を検討した。この際の回帰式は式(4)のように求まり、やはり、圧縮剛性は形状率の 2 乗に反比例することが分かる。また、この際の決定係数は 0.891 と大きな値を示しており、硬度 50 と硬度 60 を区分して考えなくても問題はないと考えられる。

$$K = \frac{1.2}{\alpha^2} \quad (4)$$

ここに、 K : 圧縮剛性 (kN/mm), α : 形状率

4. 結論

本研究の結論を以下に簡単にまとめる。

- (1) 圧縮剛性は、形状率の 2 乗にほぼ反比例する関係にあり、形状率が小さいほど圧縮剛性は大きくなる。

- (2) 形状率が等しい場合、ゴムの硬度が大きいほど圧縮剛性は大きくなる。しかし、緩衝材は通常、硬度 55 ± 5 の範囲で用いられることを考えると、硬度による影響は無視しても構わないと判断できる。
- (3) 硬度 55 ± 5 を適用範囲として、緩衝材ゴムの圧縮剛性評価式として次式を提案した。

$$K = \frac{1.2}{\alpha^2}$$

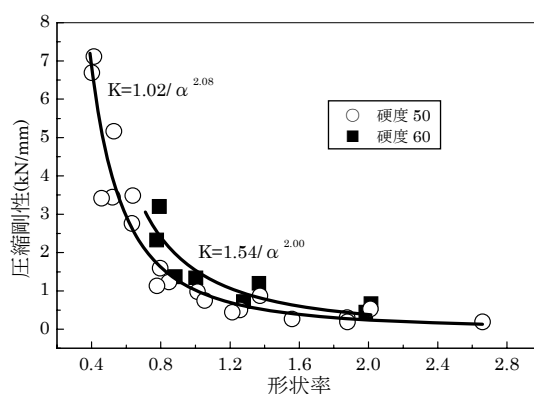


図-2 形状率と圧縮剛性の関係

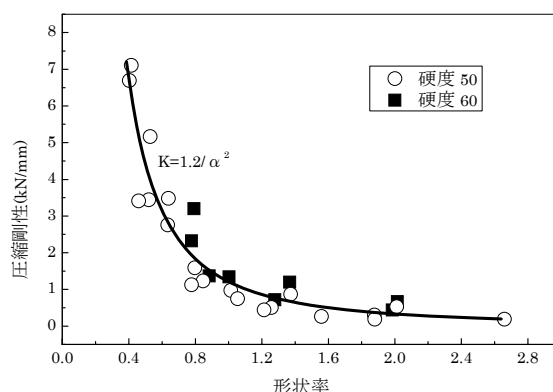


図-3 形状率と圧縮剛性の関係

参考文献

- 1) 梶田幸秀, 北原武嗣, 西本安志, 大塚久哲: 鋼材衝突実験におけるゴム製緩衝材に作用する最大衝撃力の推定式, 構造工学論文集, Vol.52A, pp.557-564, 2006.
- 2) (社)日本道路協会: 「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様」の準用に関する参考資料(案), 1995.
- 3) (社)日本ゴム協会: ゴム試験法[第3版], 丸善, 2006.
- 4) (社)日本道路協会: 道路橋支承便覧, 丸善, 2004.
- 5) (社)日本道路協会: 道路橋示方書同解説・V耐震設計編, 丸善, 2002.