

I - B 158

落橋防止装置用熱可塑性エラストマー緩衝材の圧縮変形挙動

東洋紡績 総合研究所 正会員 ○野々村千里,

鎌田 賢

日本道路公団 試験研究所 正会員 上東 泰,

正会員 野島昭二

1. はじめに

近年、大地震時に想定される道路橋の損傷を軽減し、優れた落橋防止構造の確立のために、落橋防止装置用の緩衝材の研究が行われている^{1,2)}。落橋防止装置用の緩衝材は、小型、軽量で、大きな衝撃エネルギー吸収能力が要求されており、最適な形状と材質との組合せが必要不可欠である。本報では、二種類の形状が異なる熱可塑性エラストマー緩衝材について静的圧縮試験を行い、緩衝材としての最適な形状を検討した結果について報告する。

2. 緩衝材の概要

緩衝材の形状は、使用する箇所によって形状が異なる。蜂の巣状の形状をハニカム型緩衝材、中空円筒型の形状をセル型緩衝材とし、その形状を図1、2に、その特徴を表1に示す。なお、Type-Bには図1に示すような緩衝材上面に切欠を施した。材質には、熱可塑性ポリエステルエラストマー（ペルブレン®；東洋紡績製）を用い、射出成形によって緩衝材を成形した。

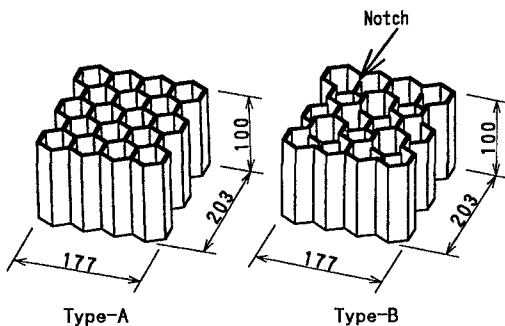


図1 ハニカム型緩衝材の形状

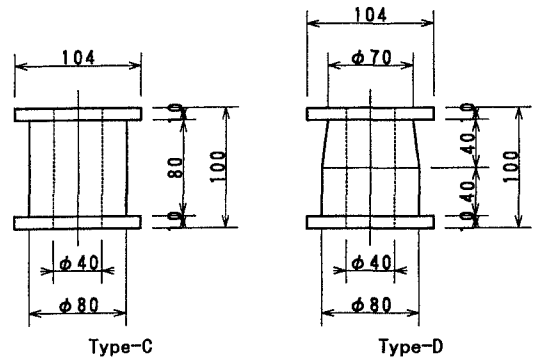


図2 セル型緩衝材の形状

表1 緩衝材の種類

種類（形状）	材質（硬度）	形状の特徴	質量	圧縮方向	適用例
ハニカム型（Type-A）	ショアーD52	切欠無	1.0 kg	面外方向	落橋防止壁に設置
ハニカム型（Type-B）	同上	切欠有（10 mm）	1.0 kg	同上	同上
セル型（Type-C）	ショアーD44	対称（テーパ無）	0.5 kg	軸方向	連結ケーブルと併用
セル型（Type-D）	同上	非対称（テーパ有）	0.5 kg	同上	同上

3. 静的圧縮試験結果及び考察

アムスラー万能試験機（島津製作所製）を使用し、5 mm/minの変形速度で荷重－変位関係を測定した。ハニカム型（Type-A, B）の荷重－変位線図を図3に、セル型（Type-C, D）の荷重－変位線図を図4に示す。両図をまとめた結果を表2に示す。ハニカム型の場合、Type-Aのように荷重の極大値が存在すると、変形初期段階に落橋防止壁等の耐力を超して周辺の構造体を破壊する可能性があり、緩衝材として不利になる。セル型の場合、Type-Dは上下非対称のため圧縮変形による座屈の進行がゆっくりと進行する³⁾ので、緩衝材として有利になる。

キーワード：地震、落橋防止装置、緩衝材、熱可塑性エラストマー、静的圧縮、有限要素法

連絡先：〒520-0292 大津市堅田 2-1-1 東洋紡績 総合研究所 Tel. 077-521-7105 Fax 077-521-1395

〒194-0035 町田市忠生 1-4-1 日本道路公団 試験研究所 Tel. 0427-91-1621 Fax 0427-91-3717

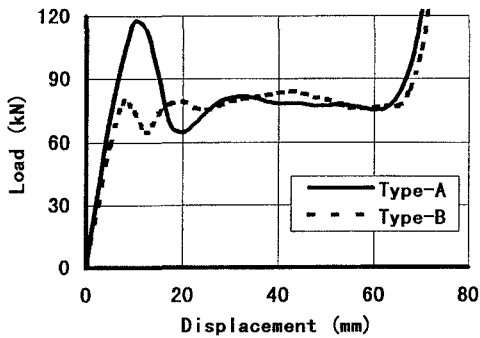


図3 ハニカム型緩衝材の荷重－変位線図

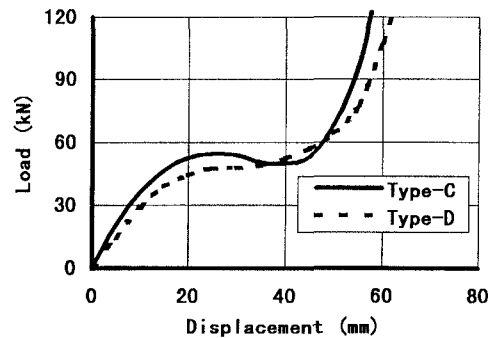


図4 セル型緩衝材の荷重－変位線図

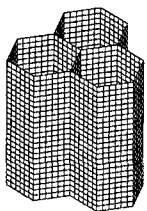
表2 静的圧縮試験結果（荷重－変位線図）

種類（形状）	荷重の極大値 （変位）	荷重の プラトー値	プラトー領域 の荷重の変化	プラトー領域の 変位（始，終点）	エネルギー 吸収量（変位）
ハニカム型（Type-A）	117 kN（10 mm）	77 kN	ほぼ一定	20 ～ 60 mm	4.7 kJ（60 mm）
ハニカム型（Type-B）	無	78 kN	ほぼ一定	10 ～ 60 mm	4.4 kJ（60 mm）
セル型（Type-C）	54 kN（25 mm）	52 kN	わずかに減少	20 ～ 45 mm	2.0 kJ（45 mm）
セル型（Type-D）	無	50 kN	わずかに増加	20 ～ 45 mm	1.8 kJ（45 mm）

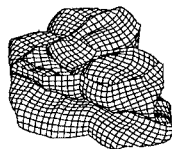
4. 有限要素法による圧縮変形解析

数値解析には、汎用有限要素法ソフトウェア（MARC K6）を用いた。材料を等方性弾塑性体と仮定し、緩衝材同士の接触を考慮した大変形解析を行った⁴⁾。

ハニカム型（ハニカムの個数は3個）の変位量 50 mm の変形状態図を図5に示す。同図から、ハニカムの一辺（各壁）が折りたたまれ座屈が進行していくハニカム構造の面外圧縮変形挙動の特徴が再現された。セル型（Type-D）の変位量 50 mm の変形状態図を図6に示す。同図から、圧縮変形による緩衝材の内径が小さくなるような変形挙動は観察されず、ケーブルを挿入しても荷重－変位関係には影響がほとんどないことが示唆された。

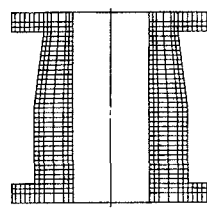


要素分割図

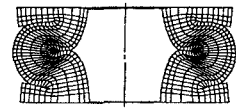


変形状態図（圧縮率 50 %）

図5 ハニカム型緩衝材の変形状態図（Type-A）



要素分割図



変形状態図（圧縮率 50 %）

図6 セル型緩衝材の変形状態図（Type-D）

5. おわりに

本報では、緩衝材の形状と素材の組合せについて検討を行ってきた一部について述べた。今後、静的変形挙動と動的変形挙動との差についての理論的アプローチや、さらなる緩衝材の最適設計について検討する予定である。

参考文献

- 窪田賢司, 菅野匡, 飯東義夫, 堀江啓夫: 土木学会第 51 回年次学術講演会講演概要集 I -B307, 614 (1996)
- 窪田賢司, 菅野匡, 上東泰, 石田博: 土木学会第 52 回年次学術講演会講演概要集 I -B209, 418 (1997)
- 根岸聖司, 野々村千里, 鎌田賢, 荒木良夫, 松山雄二郎: 成形加工シンポジウム'97, 87 (1997)
- 野々村千里, 根岸聖司, 鎌田賢, 荒木良夫, 松山雄二郎: 成形加工シンポジウム'97, 89 (1997)