

I - B 159

緩衝材を併用した落橋防止システムの検討

日本道路公団試験研究所 正会員 ○野島 昭二
日本道路公団試験研究所 正会員 上東 泰

日本道路公団試験研究所 石田 博
東洋紡績総合研究所 正会員 野々村千里

1. はじめに

阪神淡路大震災を契機に道路橋の耐震設計基準が見直され、構造物の耐震性能を高めるための橋脚補強工事が各地で進められ、引続き予測を上回る地震動による変位に対し上部構造の逸脱や落橋を防ぐ落橋防止システムの設置も徐々に始められている。しかしながら、落橋防止システムには地震動という衝撃的なエネルギーが作用するため、その挙動は明らかにされておらず、設計手法も確立されていないのが現状である。

本報では、落橋防止システムに作用する衝撃的なエネルギーを緩和する目的で開発したハニカム型緩衝材と、落橋防止構造の一つである落橋防止壁の動的な特性を述べる。

2. ハニカム型緩衝材の動的特性

ハニカム型緩衝材とは、熱可塑性ポリエステルエラストマーを原材料とし図1に示すようにハニカム状（蜂の巣形状）に成形した緩衝材である。

静的圧縮試験により緩衝材としてのエネルギー吸収特性を有することが確認されたため¹⁾、図2に示す実験装置を用い、動的特性を把握するための衝突実験を行うこととした。実験は、温度による依存性と繰返し衝突による影響に着目し確認を行った。速度依存性と寸法効果については材料の特性および有限要素法による解析（図3）を考慮しここでは省略した。

温度依存性の確認は、供試体をそれぞれ-10℃、15℃、40℃の温度にして衝突実験を行った。繰返し衝突による確認は、実際の地震動を想定した場合、数回にわたり大きな慣性力が働くことが考えられるため、同じ緩衝材に3回の衝突実験を行い、緩衝効果の変化を確認した。実験結果を表2および図4、5に示す。

①温度依存性：熱可塑性エラストマーの特性である、低温時には硬くなり、高温時には柔らかくなる傾向が見られるが、吸収エネルギーには大きな違いが見られず、通常の温度変化環境においては問題ないことが確認された。

②繰返し衝突：2回までの衝突においては同様のエネルギー吸収特性が得られているが、3回目には反力が大きな値を示している。これより、2回程度までの衝突であれば、同一のエネルギー吸収性能が確保できることが確認された。

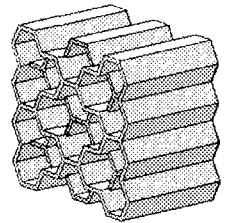


図1 ハニカム型緩衝材

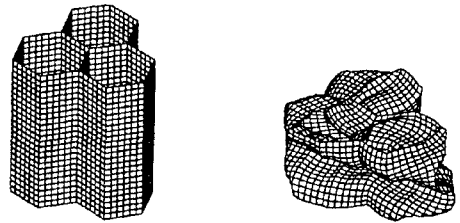


図3 有限要素法による解析

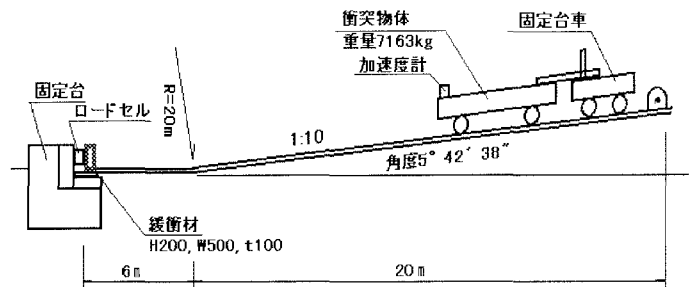


図2 実験装置

キーワード：地震、落橋防止システム、緩衝材、衝突、熱可塑性エラストマー

連絡先：〒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(92)8650
〒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

3. ハニカム型緩衝材の設計手法

ハニカム型緩衝材の設計は、衝突実験より得られた荷重－変位曲線を模式化した図6より得られるエネルギー量を用いて行う。緩衝材の設置個数は、上部工の衝突エネルギーを非線形動的解析で求まる速度を用い算出し、必要個数を式1で算出する。

$$n = \frac{E}{Ea} \quad (\text{式1})$$

n：緩衝材の必要個数

E：上部工の衝突エネルギー(J)

Ea：緩衝材の吸収エネルギー(J)

4. 落橋防止壁の検討

図7に示す箇所に設置される落橋防止壁の動的な特性を把握するため、数種類の構造で、緩衝材と同様の衝突実験を行った。その中で、逆Tアンカーバータイプ（図8）と鋼製ブラケットタイプ（図9）の構造が、動的耐力に優れることを確認した。

現在では、より動的耐力に優れた落橋防止壁の構造を検討するため、アンカーの定着長や壁の形状をパラメーターとし、解析により優れた構造ディテールを検討中である。

5. おわりに

ハニカム緩衝材は優れた緩衝効果を有するとともに、軽量で施工性がよく、耐候性に優れており、さらに経済的にはゴム材と同程度であることから、実用的な緩衝材といえる。地震動の衝撃力を緩和するハニカム型緩衝材を落橋防止壁と組合せることにより、より耐震性に優れた落橋防止システムの設計が可能と思われる。今後は、落橋防止壁の解析による検討を進めながら、落橋防止システムの設計手法を提案していく予定である。

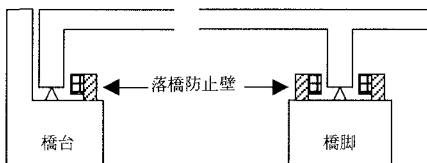


図7 落橋防止壁

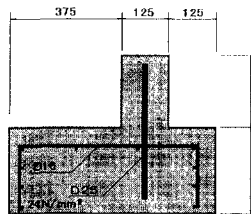


図8 逆Tアンカーバータイプ

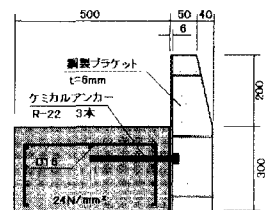


図9 鋼製ブラケットタイプ

参考文献

- 野々村千里、鎌田賢、上東泰、野島昭二：土木学会第53回年次学術講演会講演概要集（投稿中）
- 窪田賢司、菅野匡、飯束義夫、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）

表1 実験結果

試験項目	緩衝材	試験条件	衝突物体質量 (kg)	衝突速度 (m/sec)	最大反力 (kN)	最大圧縮変位 (mm)	吸収エネルギー (J)	備考
温度依存性	ハニカム型（軟質）	-10℃	7,300	1.78	344	44.4	10,689	
		15℃	7,160	1.81	209	72.4	10,565	
		40℃	7,160	1.80	446	85.6	10,133	
繰返し衝突	ハニカム型（硬質）	1回目	7,160	1.81	330	51.0	10,645	
		2回目	7,160	1.80	307	77.0	10,555	
		3回目	7,160	1.80	655	90.4	10,133	
	クロロプレングム	15℃	7,160	1.83	779	66.6	5,713	参考 ²⁾

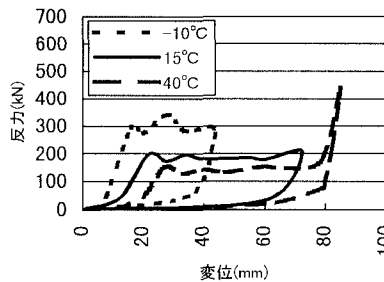


図4 荷重－変位曲線（温度変化）

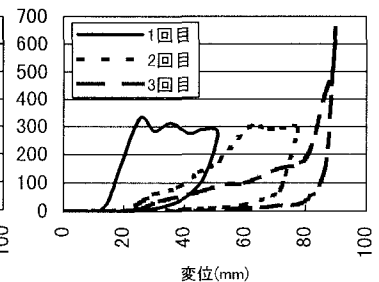


図5 荷重－変位曲線（繰返し衝突）

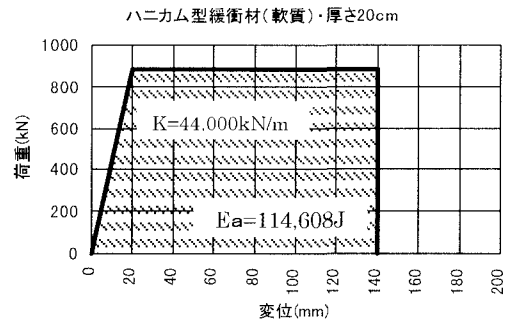


図6 設計用荷重－変位曲線