

空き缶を利用した衝撃緩衝工の開発(その2)

JR 東日本 正会員 ○川人 麻紀夫

島津 優

飯嶋 利夫

栗田 淳

1. はじめに

(その1)で述べた角型管軸圧壊の衝撃実験を踏まえ、橋桁への自動車の衝撃に対して、より現実的な荷重・エネルギーを試算した結果、直径60mm程度の薄肉円筒シェルが妥当と判断し、空き缶をTPに採用した。本稿ではスチール缶の実験について述べる。

2. シェル側面の加工および配置の効果

以下、面積、缶の形状、軸方向の積み重ね（直列配置）、水平面への配置個数（並列配置）の影響を取り上げる。なお図-1のようにTPの吸収エネルギーに対して入力荷重が過大な場合、缶は缶の高さ内で静止せずにロードセルを叩く。これは変形のストローク不足が原因であり、TPの高さを増すことで解消されるが、このような計測データを一律に比較するため、TPの高さに対して75%までの変位を解析の対象とした。

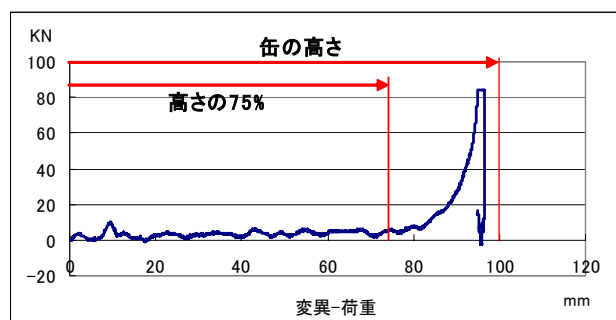


図-1 解析対象とした変位

(1) 面積の影響

図-2はピーク荷重・平均荷重と面積との関係である。ピーク荷重のばらつきが目立つが、これには以下に述べる側面の加工の影響等が含まれていると考えられる。2つの荷重はいずれも面積にほぼ比例している。

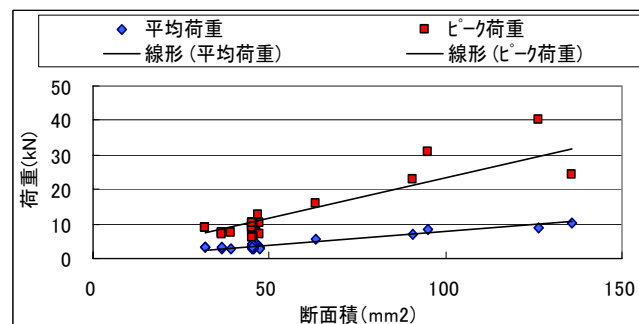


図-2 ピーク荷重および平均荷重と面積との関係

(2) 側面の加工による影響

図-3、4は各TPの側面に施された加工を3タイプに分類し、比較した結果である。軸方向の荷重に対して側面の加工が弱点となり、ピーク荷重が低減され、エネルギー吸収効率が向上したと考えられる。図-5は各加工の荷重-変位関係の例である。

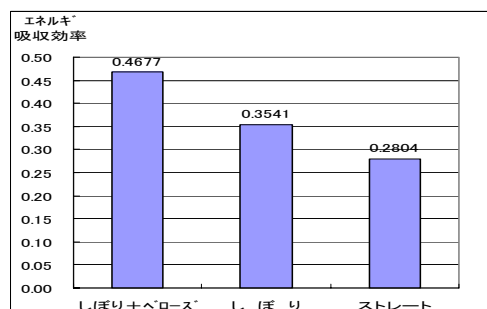


図-3

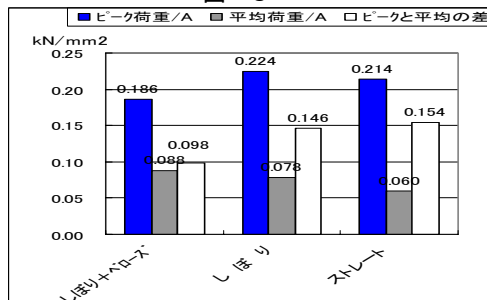


図-4

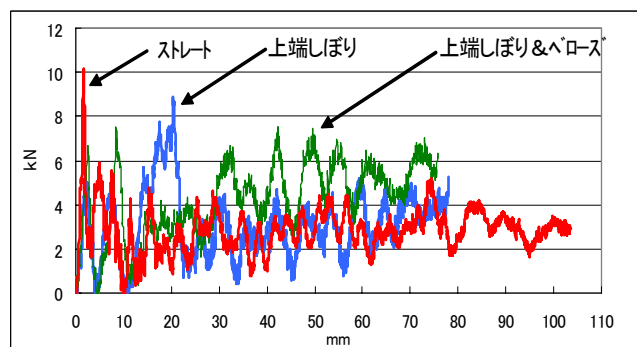


図-5 側面の加工による荷重-変位関係の相違

(3) 直列配置の影響

図-6は缶を単独で配置した場合と、同じ種類の缶を軸方向に積み重ねた場合との比較である。単独の場合よりもエネルギー吸収効率は向上する傾向がみられ、緩衝材のストローク不足は軸方向の缶の積み重ねによって対策が可能であることを確認できる。

キーワード：衝撃緩衝工、側面加工、ピーク荷重、エネルギー吸収効率

連絡先：〒260-0031 千葉県千葉市中央区新千葉1丁目3番24号 千葉土木技術センター tel (043)221-7582, fax (043)221-7582

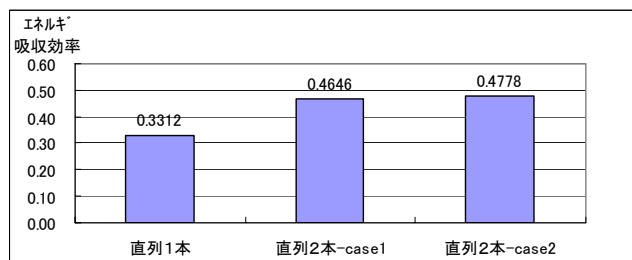


図-6 直列配置した場合のエネルギー吸収効率傾向

(4) 並列配置の影響

図-7, 8は缶を単独で配置した場合と, 同一種類の缶を複数個配置した場合との比較である. 水平面に置かれた缶の増加によって各ピーク荷重が重複し, 缶の本数(面積)に比例して増加する様子が図-7から窺われる. 図-8ではピーク荷重の増加に従いエネルギー吸収効率が低下している.

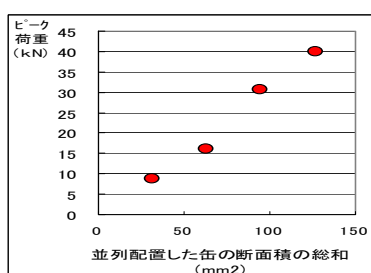


図-7

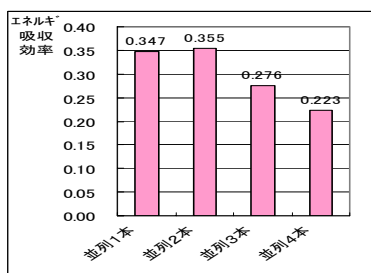


図-8

並列配置におけるこのような問題の対策として, 缶の上端の高さにズレを持たせる方法を考案した. 図-9は単独配置, 4本並列配置, 単独配置の4倍荷重, 単独配置の変位を4缶で各10mmスライド・重ね合わせた場合の荷重-変位関係である. 缶上端のズレによって荷重の突出が抑えられることが確認できる. エネルギー吸収効率に関しては4本並列の0.223に対して, 10mmのズレを持たせた場合には0.532と大幅な改善がみられた.

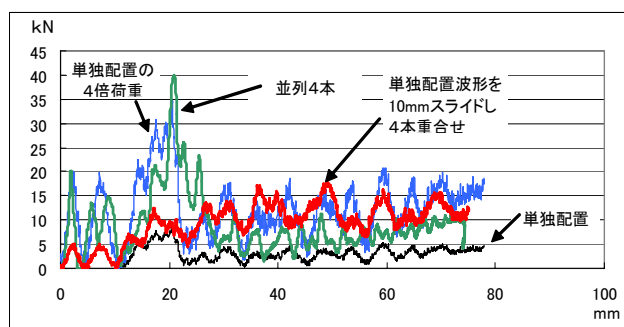


図-9 並列配置の問題と対策(荷重-変位関係)

3. 荷重波形の解析

図-10は衝撃荷重のフーリエスペクトルである. 図-11は $n=1$ (49Hz), $n=2$ (98Hz)におけるスペクトル比とエネルギー吸収効率との関係である.

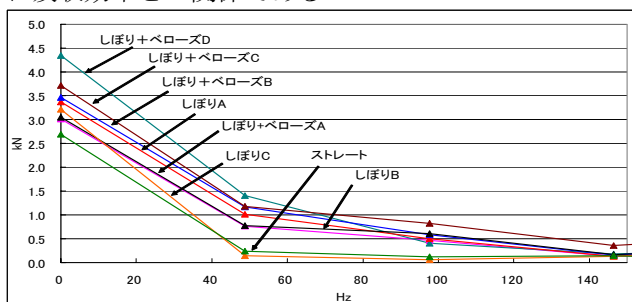


図-10

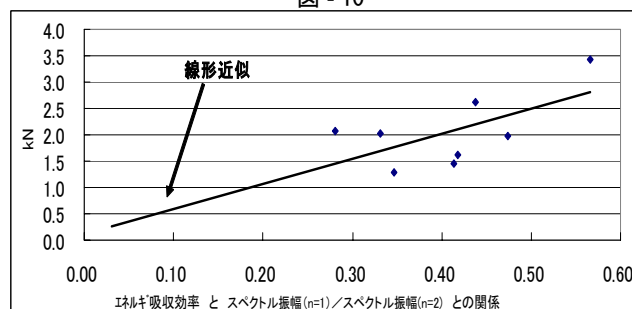


図-11

エネルギー吸収効率は, 図-4からも明らかなように荷重履歴の平均値に依存するため, $n=0$ (0Hz)のスペクトルは重要な評価指標となるが, 図-10, 図-11からは, $n=1$, $n=2$ 程度までがエネルギー吸収効率に影響を与えることが確認された.

図-10から, しぼり+ベローズのタイプは $n=1$ のスペクトルが相対的に大きいことがわかる. また図-11からは $n=1$ と $n=2$ のスペクトル比がエネルギー吸収効率と相関が強い傾向がみられる.

6. おわりに

金属材料を用いた衝撃緩衝機構として, 中空断面部材の軸圧壊の有効性を確認した. 空き缶を用いた実験ではシェル側面の加工がピーク荷重の低減・エネルギー吸収効率の改善に効果的であることがわかった. また直列配置は機能低下がなく, 並列配置では衝撃のタイミングの調節によりピーク荷重の突出を抑える効果が確認された.

試算によれば空き缶の直列・並列を組み合わせることで重量1.5ton, 速度10m/sec程度の剛体のエネルギー吸収は現実的なオーダーであり, 今後は落石対策工や鉄道以外の利用にも期待が持てる.

参考文献

- 1) 先端材料技術協会監修: 鋼材構造材料の応用, CMC 出版, 1995. 1
- 2) 日本機械学会: 衝撃破壊工学, 技報堂出版, 1990. 6
- 3) 多谷虎男: 振動・衝撃の基礎理論とフーリエ変換(下), 学会出版センター, 1984. 7