

(11) セーフティドラムの試作と緩衝性能に関する実験的研究

EXPERIMENTAL STUDY ON THE SHOCK ABSORBING CHARACTERISTICS
AND MAKE A SAFETY DRUM

佐藤 昌志*, 小林 将**, 三好 章仁***, 高畑 智孝****

Masashi SATO, Masaru KOBAYASHI, Akihito MIYOSHI, Tomochika TAKAHATA

*工博 北海道開発局開発土木研究所 室長 構造研究室 (〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目)

** 北海道開発局開発土木研究所 構造研究室 (〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目)

*** (株)土木技術コンサルタント (〒080-0011 帯広市西1条南27丁目1番地)

**** (株)長大 (〒060-0031 札幌市中央区北1条東2丁目5番3)

キーワード:自動車衝突、端末支柱、緩衝材、緩衝ドラム
(car crush, terminal pole, absorbing materials, Cushion drum)

1. はじめに

現在、日本の道路においては、トンネルの出入り口、橋梁のガードレール端末、道路の分岐点等に不測の交通事故から人命を極力救うため緩衝材を設置している。

しかしながら、車がトンネル出入り口等に衝突した場合、車のスピード等の条件によっても異なるが、死亡事故になるケースも少なくない。これは、車のスピード違反もさることながら、設置している緩衝材の緩衝特性についても十分に注意を払う必要がある。この課題に対し、日本はアメリカに継ぐ自動車生産大国で、各自動車メーカーは独自に自動車の安全性を十分に保持するための様々な研究がなされているが、緩衝

材を含めての評価はほとんど行われていない。

上述のことから、筆者らは既存の緩衝材の緩衝特性を検証するとともに、種々の緩衝材を考案し、自動車衝突時の加速度データを中心に実験を行った。

なお、実験に用いた自動車は、日本においては10年で車の原価償却がなされることが多いことから1990年に生産されたものを中心としている。また、車種も多少ことなることから、絶対的評価は難しいため相対的傾向として取りまとめた。

2. 実験の概要

2.1 実験施設

写真-1に今回行った自動車衝突実験の写真を、図-1にその実験概要図を示す。

実験施設は、地盤にH型鋼の杭を打ち込み、その上に車路としてのガイド(H鋼を使用)を25m設けたものである。各種緩衝材の背面にはコンクリートの反力壁を設置し、車止めとしている。自動車の加速方法は、短い距離で時速60km/h程度を出す必要があることから、滑車を通して車を引く方法とし、図に示すとおりクレーンを用いてつり上げられた重錘が自動車後方の脱着装置が解放されることによって落下し、その落下エネルギーで自動車を引っ張ることとした。



写真-1 衝突実験写真

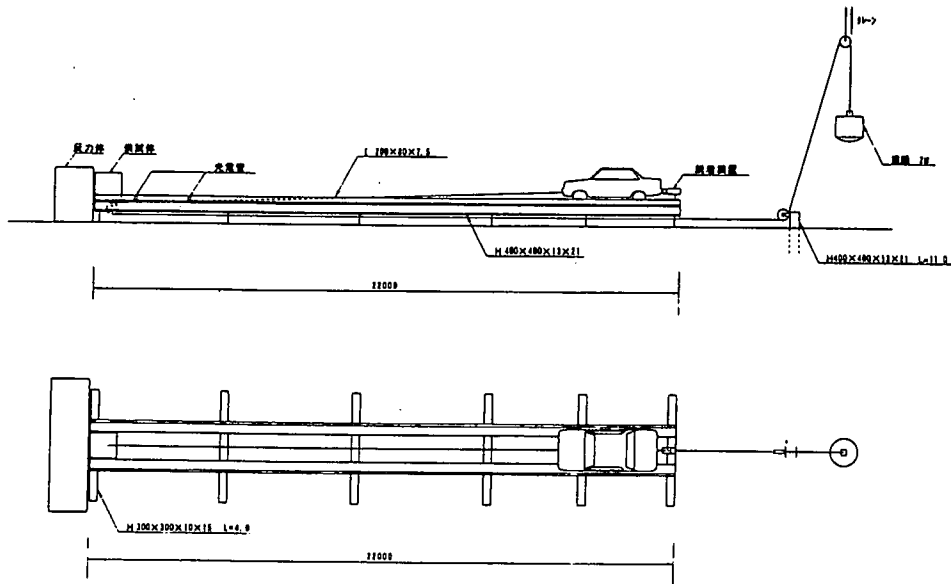


図-1 実験概要図

2.2 計測項目とデータ処理

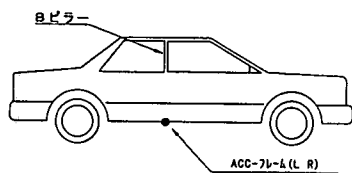
図-2 に計測器の配置を示す。計測器はいずれも加速度計(100G)で車体フレーム、シート、およびハンドルに取り付けている。計測は、動ひずみアンプを通してデータレコーダに記録し、実験終了時に1000HzのサンプリングでA/D変換を行っている。実験においては、衝撃荷重が作用することから、衝撃波形が記録されるため、評価の一手段としてフィルター処理することが望ましいことからFFTで周波数分析後100Hz以上の波形はカットすることとした。また、自動車の衝突時の速度については光電管で計っている。

表-1 実験ケースと緩衝材

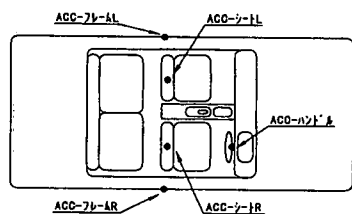
実験 No.	緩衝材
1~5	無し
6,7	EPS(H100*W100*L100)+アラミド
8,9	クッションドラム 1 個
10	クッションドラム 3 個
11,12	EPS+波型鋼板①+ウレタン
13,14	EPS+波型鋼板②+ウレタン
15,16	EPS φ 100 * H100+ウレタン

2.3 実験ケース(緩衝材)

表-1に今回行った実験ケースと実験に用いた緩衝材を示す。実験 No.1~5 は緩衝材無し、実験 No.6,7 は緩衝材としてよく用いられる発泡スチロール(高さ(H)幅(W)奥行き(L)それぞれ 100cm)(以下 EPS)に耐衝撃性に優れたアラミド繊維を巻いたものである。実験 No.10~12 は現在日本で一般的に用いられているクッションドラムと呼ばれている緩衝材である。クッションドラムは、硬質ビニール性で平面的には円形で重量を大きくする目的と緩衝効果を得るためドラム内には不凍液が入っておりネジの蓋で閉める構造となっている。実験 No.11~14 は EPS の内部に EPS の局所的な変形防止と衝撃力の吸収面積を大きくするための波型鋼板を挿入したものであり、①は自動車進行方向に垂直に EPS(H100*W100*L100)の厚さ 1/2 の位置に、②は EPS の厚さ 1/3 の位置と 2/3 の位置に2枚挿入し、



※ ACC-7L-A(L,R) はすべてBピラー直下に取付



※ ACC-7L-ALとACC-7L-ARは実験No.12,13,14のみ取付
ACC-7R-ALはシート取付付付部に設置
ACC-シートはヘッドレスト取付付部の金属部分に設置

図-2 計測器配置図

表-2 自動車衝突実験結果

実験 No.	緩衝材	衝突速度 (km/h)	変形量 (mm)	最大加速度 (G)
1	無し	19	85	16
2	無し	47	340	30
3	無し	19	80	15
4	無し	32	150	20
5	無し	17	70	9
6	EPS(H100*W100*L100)+アラミド	42	350	26
7	EPS(H100*W100*L100)+アラミド	59	280	32
8	クッションドラム1個	40	160	26
9	クッションドラム1個	59	350	35
10	クッションドラム3個	60	195	27
11	EPS+波形鋼板①+ウレタン	37	273	21
12	EPS+波形鋼板①+ウレタン	62	340	26
13	EPS+波形鋼板②+ウレタン	38	270	22
14	EPS+波形鋼板②+ウレタン	54	245	25
15	EPS φ 100 * W100 +ウレタン	33	280	15
16	EPS φ 100 * W100 +ウレタン	60	335	30

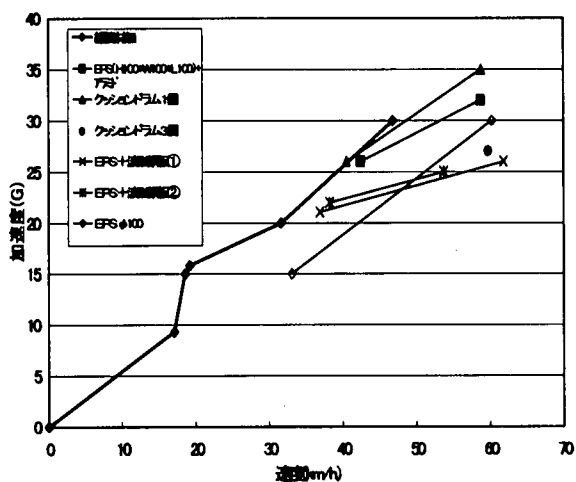


図-3 速度・最大加速度図

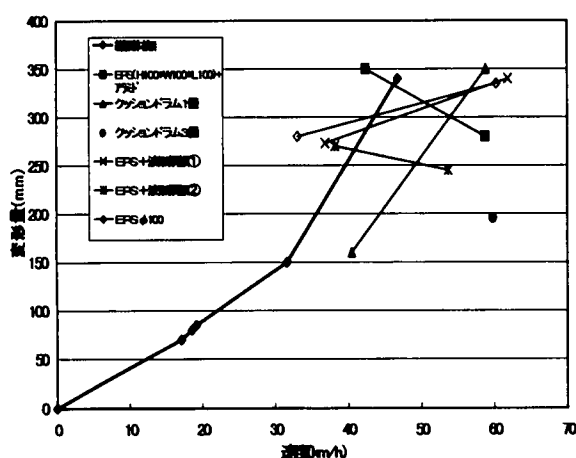


図-4 速度・変形量図

表面をポリウレタンで被覆したものである。実験 No.15,16 はφ 100cm、H100cm の EPS の表面をポリウレタンで被覆したものを使用している。

3. 実験結果

3.1 緩衝材の効果

自動車衝突実験結果を表-2 に示す。計測結果として、衝突時の速度 (km/h)、自動車の変形量 (mm)、車体フレーム部での自動車進行方向の最大加速度 (G) を表記する。

また図-3 に速度・最大加速度図、図-4 に速度・変形量図を示す。

図-3 で緩衝材無しと、それぞれの緩衝材を比較すると、同じ速度においての最大加速度が緩衝材を使用した場合には全体的に低く、速度の増加に対する加速度の増加率が小さくなっていることから、各緩衝材の緩衝効果が見受けられる。特に EPS+波形鋼板①・②+ウレタンでその特徴が顕著に現れている。

図-4 では、緩衝材無しの場合に、速度の増加に伴い自動車の変形量も増加しているが、それぞれの緩衝材について緩衝材無しと比較すると、増加率が、小さくなる傾向にあり、緩衝性能が発揮されていることが推測できる。また、EPS(H100*W100*L100)+アラミド、EPS+波形鋼板②+ウレタンにおいては、速度の増加に伴い自動車の変形量が、減少している。これは、衝突速

表-3 加速度増減率

実験 No.	緩衝材	衝突速度 (km/h)	最大加速度 (G)	加速度増加率 (G/sec)	加速度減少率 (G/sec)
2	無し	47	30	536	1154
7	EPS(H100*W100*L100)+アラミド	59	32	478	314
9	クッションドラム1個	59	35	583	660
10	クッションドラム3個	60	27	252	771
12	EPS+波形鋼板①+ウレタン	62	26	400	317
14	EPS+波形鋼板②+ウレタン	54	25	417	373
16	EPS φ 100 * W100+ウレタン	60	30	349	357

度の増加に伴い、緩衝材の緩衝性能も増加し緩衝材の変形量が大きくなるため、結果的に自動車の変形量が小さくなっているものと思われる。

3.2 加速度増減率

表-3 に、実験で得られた緩衝材無し(実験 No.2)、および衝突速度の比較的同値である実験 No.7、9、10、12、14、16の計7ケースの自動車フレーム部における、衝突時の加速度波形から計算した加速度変化率(最大加速度を衝突開始から最大加速度に達するまでの時間、および最大加速度発生時から値がほぼ 0 になるまでの時間で除した値をそれぞれ加速度増加率、加速度減少率とした。)を示す。

加速度増加率については、250G/sec~550G/sec 前後でどの供試体も比較的同様な値となっているが、加速度減少率を見ると、緩衝材無しの実験 No.2 供試体で約 1150G/sec、実験 No.9、10 が 650~780G/sec 程度に対し、実験 No.7、12、14、16が約 300G/secで、他と比べて小さい値となった。ここで加速度減少率に着目してみると、衝突加速度が最大値を迎えた後の加速度の継続時間、つまり加速度減少率が小さいケースが、図-4 の、速度が増加しても、緩衝材無しに比べて変形量が小さくなるという傾向に一致することから、加速度減少率が小さいほど緩衝量が大きくなると思われる。

以上の事項より緩衝能力は、衝突後の緩衝時間の長さが大きく影響していると考えられる。

4. 結論

本実験により得られた各緩衝材の実験結果をまとめると以下ようになる。

- (1) 速度と加速度の増加傾向については、緩衝材の種類により多少異なるものの、同速度における最大加速度値が緩衝材無しに比べ小さくなる傾向となった。なかでも、EPS+波型鋼板

①・②+ウレタン(実験 No.11~14)、EPS φ 100 * 100+ウレタン(実験 No.15、16)の加速度値が小さく、緩衝材の性能が優れているものと思われる。

また、速度と自動車変形量の相関性についても、低速度時においては、車種の違い等の要因により変形量が、緩衝材無しに比べ大きくなる結果が何点かあるが、相対的には変形量の増加率が小さくなる傾向にある。また、EPS (H100 * W100 * L100) +アラミド(実験 No.6、7)、EPS+波型鋼板②+ウレタン(実験 No.13、14)においては速度の増加に伴い自動車の変形量が減少している。これは衝突速度の増加に伴い緩衝材の変形性能が増加し、より衝撃を吸収したためと思われる。

- (2) 衝突時の加速度波形より、最大加速度を迎える加速度増加率は、各緩衝材による違いは比較的小さく、その後の加速度減少率において、各緩衝材による値の差が生じる。表-3より、今回実験において考案した No.7、12、14、16 が特に加速度減少率が小さく緩衝能力が高いことがわかった。
- (3) 実験結果より、緩衝材の緩衝効果は、衝突時の最大加速度を減少させる能力に加えて、衝突時間の長さ、加速度の変化率、特に最大値から減少方向の変化率がその効果に大きく影響しているものと考えられる。

5. 参考文献

- (1) Location ,Selection ,and Maintenance of Highway Traffic Barriers ,National Cooperative Highway Research Program Report 118