

IV-56 制走堤等の強度に関する実車試験と解析

日本貨物鉄道株式会社 ○正会員 妹尾 聡
 日本貨物鉄道株式会社 正会員 上浦 正樹
 日本貨物鉄道株式会社 正会員 三枝 長生
 鉄道総合技術研究所 正会員 西村 昭彦
 鉄道総合技術研究所 正会員 神田 仁

1. まえがき

車止めは、列車又は車両の過走防止の為に軌道の終端に設置するもので、停車場内の終端部が多いJR貨物では、車止めの管理維持は重要なものである。車止めは線路の重要度により各種あるが、重要な側線ではレールを組み立てた車止め（第2種車止めという）を敷設しており、更に、列車又は車両が停止位置を誤れば、重大な損害を及ぼす箇所ではコンクリート製の制走堤を設けている。現在、制走堤の設計法が確立されていないため、理論的な解析方法を確認するために、貨車を制走堤に衝突させる実車試験をJR貨物隅田川駅構内で行った。以下その試験及び解析結果について述べることにする。

2. 衝撃試験の概要

(1) 制走堤の構造

①第2種車止めを土のうで補強（図-1）

②コンクリート製制走堤（図-2）

(2) 試験方法

①車両重量測定：せん断ひずみ測定法で輪重を測定し、これにより車両重量を求める。

②速度測定：レール腹部の中立軸に貼ったクロスゲージで車軸の通過時刻を記録し、貨車通過速度を算出する。

③レール引張り力測定：ひずみゲージをレール腹部の中立軸へレールの長手方向に平行にレールの両側から貼り、レール引っ張り力に対応するひずみ量を測定する。

④制走堤の変位の測定：制走堤の衝突点近傍に板を白黒に彩色して取り付け、光学式変位計で測定を行う。

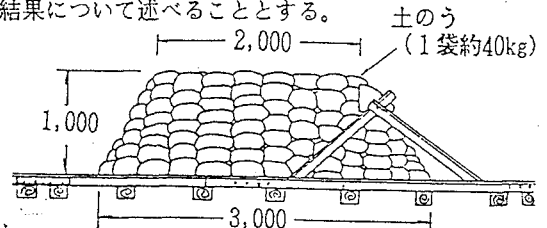
⑤衝撃方法：試験車両を機関車で推進後突放し、貨車（トラ70000系）を衝突させる。

3. 結果：測定及び試験結果をまとめると次のようになる。

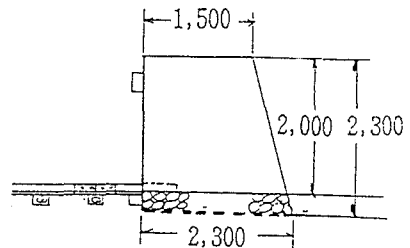
(表1) 測定及び試験結果

測定No	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
制走堤種類	2種車止め+土のう			コンクリート製制走堤	
貨車重量 (w)	241.6kN (24.65t)			228.8kN (23.35t)	
速度V (km/h)	3.2	6.9	25.4	3.9	26.1
速度v (m/sec)	0.89	1.92	7.06	1.08	7.25
衝撃加速度 (g) (車上)	0	0	4.2	2.1	10(以上)
変位量 (mm)	4	36	67	11	測定範囲以上(※)

※ 測定の結果770mm



(図1) 第2種車止めを土のうで補強



(図2) コンクリート製制走堤

4. 解析方法

(1) 車両衝突力の算定

従来から、車止めに対する車両衝突力の算定方法は運動エネルギーが直接車止めに伝わりと仮定して行われており、今回は2つの物体が衝撃するときの解析手法を用いることとした。

衝突する物体（貨車）は緩衝材（制走堤等）に比べ十分に剛とすることにより、最大衝撃力（P）を求める式¹⁾ $P = 0.4 \cdot \lambda^{2/5} \cdot v^{6/5} \cdot w^{2/3} \dots\dots ①$ が導かれる。〔 λ はラーメの定数（表2参照）〕

(2) 車止めの吸収エネルギーの算定方法

衝突前の車両の速度 v_1 、質量 m_1 、車止めの質量 m_2 、衝突後の速度 V_2 とし、吸収エネルギーを X とすると、運動量保存則より $m_1 \cdot v_1 = (m_1 + m_2) \cdot v_2 \dots\dots ②$ また、運動保存則より

$$X = \frac{m_1 \cdot v_1^2}{2} - \frac{(m_1 + m_2) \cdot v_2^2}{2} \dots\dots ③$$

$$②と③より X = \frac{m_1 \cdot m_2}{2(m_1 + m_2)} \cdot v_1^2 \dots\dots ④$$

5. 解析結果

(1) 車両衝突力

・2種車止め+土のう

車上の加速度がとれたNo.3よりラーメの定数を求めると $\lambda = 14.7(t/m^2)$ となり、軟らかい状態に相当し、実際の土のうの状態と同じものとなった。

・コンクリート製制走堤

上記と同様にコンクリート製制走堤のラーメの定数を求めると、 $\lambda = 692.6(t/m^2)$ で、表2の固い状態に相当する。この値を①に代入しNo.5の加速度を逆算すると、 $P/w = 20.6(g)$ となり、測定レンジ（10g）以上であったことが確かめられた。

式①にラーメの定数を入れると図3の関係が成り立つ。これと表3の車体構造に損傷を与える4gを目安とすると²⁾、貨車の速度は2種車止め+土のうで23km/h、コンクリートでは7km/h以下ならば良いことが分かった。

(2) 吸収エネルギーの算定

コンクリート製の制走堤と、土のう車止めの吸収エネルギーの比（土のう/制走堤）を前記④の式を用いて計算したものが図4であり、土のうの質量が大きい分だけ吸収エネルギーが大きいことが分かった。

6. 終わりに

今回の実験結果とラーメの定数を用いた運動エネルギー法による解析の比較により、理論的に車止めの衝突現象を説明出来ることが確認された。これにより、土のう等の衝突エネルギーの吸収量並びに最大衝突速度の解析が可能であることが明らかとなった。

・参考文献 1) 振動便覧：土木学会 1985年

2) 車止め並びに安全側線設備の総合的実験及び研究（Ⅱ）：原田実他 鉄道技報報告

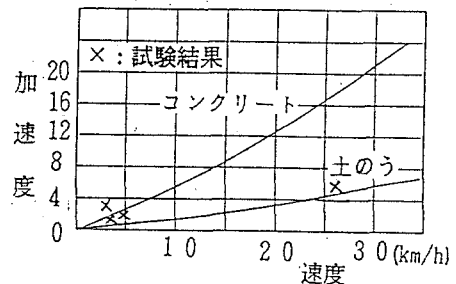
(表2) ラーメの定数

状 態	ラーメの定数 (λ)
非 常 に 固 い	1 0 0 0 t / m ²
固 い	3 0 0 ~ 5 0 0 t / m ²
軟 ら か い	1 0 0 t / m ²

(表3) 貨車における前後衝撃の
大きさと影響の基準

加速度	車両・積み荷に及ぼす影響
1 (g)	緊はくしていない積み荷の崩れる限界
2 (g)	積み荷に被害を及ぼさない限界
3 (g)	車両構造に被害を及ぼさない限界
4 (g) 以上	車両構造の損傷がほぼ確実に起こる

(図3) 車両衝突力と速度の関係



(図4) 車両重量と吸収エネルギー比

