

Application of Steel Material in Japan (Case Study of GuardRail)

June 13, 2009

Nippon Steel & Sumikin Metal
Products Co., Ltd (NSMP)

Satoru Kaji

What is Traffic Barrier ?



Guard-rail (Roadside)



Guard-rail (Median)



Guard-pipe



Guard-cable



Concrete Barriers



Bridge-railing

Why was the guardrail needed in Japan?

1960's

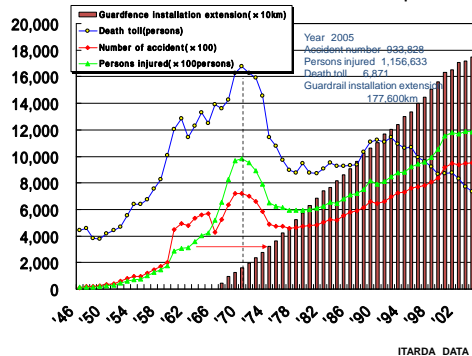
A lot of traffic accidents

The guardrail is set up at 180,000km at present

1962 - Installation of Guardrail

Why was the guardrail needed in Japan?

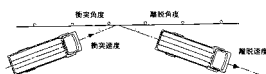
Transition of traffic accident of Japan



Impact Condition

Level	Structural Adequacy				Occupant Risk			
	IS* (kJ)	Vehicle	Velocity (km/h)	Angle (deg)	IS* (kJ)	Vehicle	Velocity (km/h)	Angle (deg)
C	44	Van Truck (25.0t)	26	15	16	Small Car (1.0t)	60	20
B	58		30		100			
A	131		45		100			
SC	162		50		100			
SB	273		65		100			
SA	414	80	100					
SS	646	100	100					

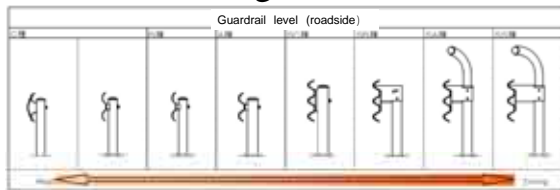
* IS (Impact Severity) = 1/2 * M * (V * sin θ)² M: Mass of Vehicle(kg), V: Impact Speed (m/s), θ: Impact Angle (deg)



Evaluation Criteria

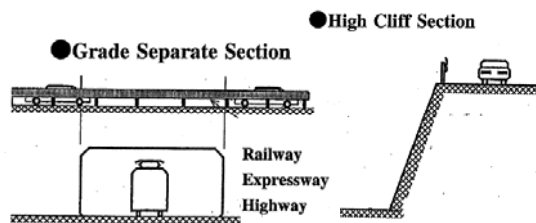
Evaluation Factors	Measurement Item	Experiment on large-sized car		Experiment on compact car	
		In Soil	In Concrete	In Soil	In Concrete
Structural Adequacy	Damage of guardfence	The guardfence must have strength not exceeded to the vehicle.			
	The maximum going into it distance of vehicle	(Limits) For roadside : 1.1m (Am - SSm) : 1.5m For pavement : 0.5m	In Soil : 0.3m In Concrete : 0.3m		
Occupant Safety	Acceleration Limits (less than)			In Soil C - B : 90(m/s ²) A : 150 (m/s ²) SC - SS : 180 (m/s ²) In Concrete C - B : 120(m/s ²) A : 180 (m/s ²) SC - SS : 200 (m/s ²)	
Vehicle Trajectory	Behavior of vehicle	The vehicle must not turn sideways.			
	Exit Velocity	60% or more of the impact velocity.			
	Exit Angle	60% or less of the impact angle.			
Dispersion prevention performance of constructional element	Dispersion situation of material	The component of the guardfence must not disperse greatly.			

Strength level



Classification of road	Design speed of road	General section	Dangerous Zones	Railway and road intersection area
National expressway	80km/h or more	A, Am	SB,SBm	SS
Motorway	60km/h or more		SC,SCm	SA
Other road	60km/h or less	B,Bm,Bp	A,Am,Ap	SB,SBm
	50km/h or less	C,Cm,Cp	B,Bm,Bp	

Example of Dangerous Zones

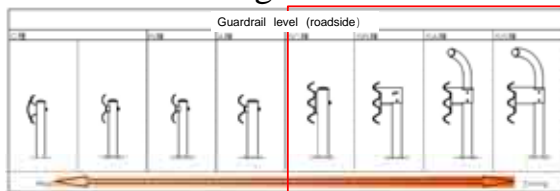


Kind of guard-fences in Japan

- Guardrail
 - ◻ Roadside (C ~ SS) ◻ Median (Cm ~ SSm)
- Guardpipe
 - ◻ Boundary of pavement and the roadway(Cp ~ SCp)
- Guardcable
 - ◻ Roadside(C ~ A) ◻ Median (Bm)
- Box-beam
 - ◻ Median (Bm,Am)

Development of Guardrails for High-Speed Collisions

Strength level

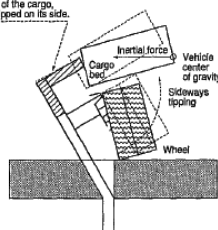


IS:130kJ → IS:640kJ

1998 ~

High-Strength Guardrail (SS)

With no member to offset the inertia of the cargo, the truck tipped on its side.



Collision analysis of Traffic Barrier

3Dシミュレーションの必要性


車両用防護柵の性能は、突撃衝突実験で確認することとなっている。

従来の開発問題点 : 2次元シミュレーションを用いて、構造の妥当性確認→衝突実験
 : 車両用防護柵の開発には**多くの時間、費用を要する**ことがある。
 特に小型車衝突実験は、**高速度衝突**であるため、その現象を解析することや構造改良を検討することが難しい、精度の高い解析が必要となる

PAM-CRASHの活用
 (経済的に防護柵開発を行うために)

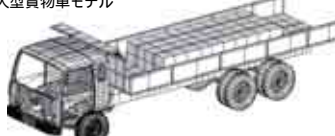
車両モデル

自動車モデルは、国土交通省 国土技術政策総合研究所様 御提供
 小型乗用車モデル




NHTSA(National Highway Traffic Safety Administration)作成の Ford Taurus Modelを国産車にスケールダウン
 (自動車諸元)
 全長 4.32m 全幅 1.69m 全高 1.37m
 ホイールベース 2.55m 車両質量 1,060kg

大型貨物車モデル

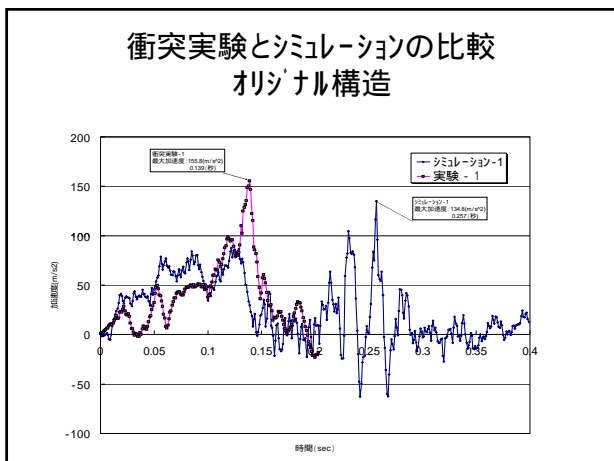


(自動車諸元)
 全長 14.3m 全幅 2.5m 全高 3.7m
 ホイールベース 2.7m 車両質量 20ton

小型車衝突に対する性能評価と衝突実験(1)の結果




- 衝突条件 A種(衝突条件B)
 車両質量 1(t)
 衝突速度 100(km/h)
 衝突角度 20(度)
- 評価項目 乗員の安全性 → 車両の受ける加速度 (NG(150m/s²を超える))
 車両の誘導性 → 離脱角度 OK
 離脱速度 OK
 構成部材の飛散防止 → 構成部材の飛散 OK

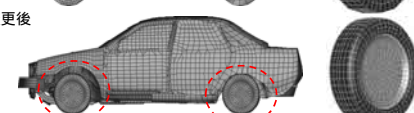


解析モデルの変更

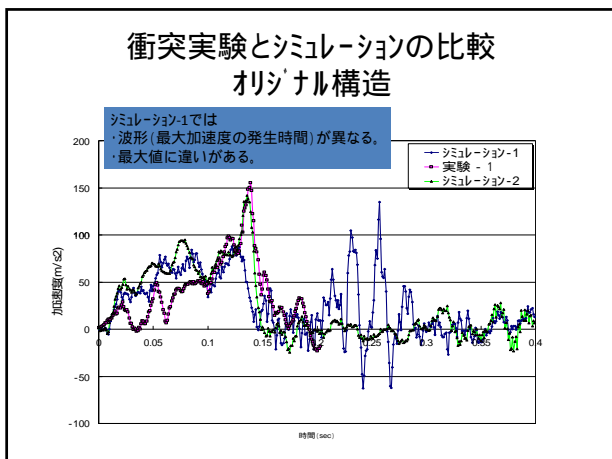
変更前



変更後



	要素サイズ	要素数	
		タイヤ	ホイール
従来	40mm(左前輪) 120mm(その他)	480	304
改良後	20mm	2880	2816



Development of Crash Cushions

Background

- 分岐部は線形が不連続 → 事故発生確率 高い
- 注意喚起の衝突予防施設 → 衝突時安全性不十分
- 分岐部に衝突する場合、乗員被害厳しい

分岐に直角に高速度衝突する。

開発コンセプト

- 衝突条件
 - ・衝突車両 小型乗用車 1(t)
 - ・衝突速度 100(km/h)
 - ・衝突角度 構造中心方向
 - ・衝突位置 中心
- 評価基準
 - ・車両重心10msec加速度の最大が 200(m/sec²)未満
 - ・車室内の生存空間が確保されている
 - ・衝突後の車両は正常な姿勢を保持して、跳ね返りが少ないこと

分岐部緩衝装置(Cタイプ)の特徴

- ・ シンプルな構造
特殊な材料は用いていない
- ・ 連続性
外側に2山ビームを用いている
2山Grに連続的に設置できる
- ・ 安全対策を意識させない
見た目に違和感がない
- ・ 経済的
特殊な部材は用いていない

実験結果の比較

上からの写真

実験-1(改良1)



実験-2(改良3)



効果的に円弧PLを変形させ衝撃を緩和している
(フルストロークの変形)

Comparison of Japan and the United States

Impact Condition

Country	Level	Structural Adequacy				Difference of Criteria (Displacement)	Occupant Risk				Difference of Criteria (Acceleration)
		IS* (kJ)	Vehicle	Velocity (km/h)	Angle (deg)		IS* (kJ)	Vehicle	Velocity (km/h)	Angle (deg)	
United States	1	34	Pickup Truck (2.0t)	50	25	No Limitation	9	Small Car (0.82t)	50	20	Preferred 147(m/s ²) Maximum 196(m/s ²)
	2	68		70			18		70		
	3	138		100			37		100		
	4	132	Van Truck (8.0t)	80	15		37		100		
	5	595	Van Trailer (36.0t)	80			37		100		
	6	595	Tank Trailer (36.0t)	80			37		100		
Japan	C	44	Van Truck (25.0t)	26	15	Limitation (For Soil) Roadside 1.1(m) Medium 1.5(m)	16	Small Car (1.0t)	60	20	90~120 (m/s ²) 150~180(m/s ²) 180~200 (m/s ²)
	B	58		30			45		100		
	A	131		45							
	SC	162		50							
	SB	273		65							
	SA	414		80							
	SS	646		100							

* J: Impact Severity ; J=1/2·M·(V·sin θ)² M: Mass of Vehicle(kg), V: Impact Speed (m/s), θ: Impact Angle (deg)

Structural comparison

(1)Japan: Strong Beam-Strong Post

It provides for the amount of the transformation. The Guard-fence induces the vehicle by using a strong post by a little amount of the transformation and the number of the post.



Guard-Pipe (strong post)- 1t, 100 km/h, 20 deg, 45kJ

(2)US: Strong Beam-Weak Post

It doesn't provide for the amount of the transformation. The Guard-fence functions by using a lot of weak posts and induces the vehicle.



Guard-Rail (weak post)-0.82t, 100 km/h, 20 deg, 37kJ

Comparison of specifications

	AASHTO	JAPAN
example	<p>AASHTO G4 (level 3: IS=138kJ)</p>	<p>Japanese standard (level A: IS=131kJ)</p>
Post Spacing	1.9(m)	4.0(m) · Low cost and quick installation (initial and repair). · Good landscape.
Width	360(mm) Wide width of installation. (roadside)	250(mm) Narrow width of installation (roadside)
Post shape	<p>C Steel (Other level 3 post)</p> <p>It twists because there is directionality in the section.</p>	<p>Steel Tube · Same strength by the all direction · The burst of the tire (blowout) is prevented. · Deflection correcting is possible, when installation. · Good landscape</p>

Xin cam on!!



Nippon Steel & Sumikin Metal Products Co., Ltd
(NSMP)