

ガードフェンス実物実験の解析

神戸大学工学部 正員 枝村俊郎

〃

〃 〇山本俊夫

1. まえがき

ガードフェンスの最適設計にあたって、まずその力学的性状を明らかにする必要がある。ガードフェンスは一般の永久構造物とはいささか機能と異にし、動的な外力に対して各部材が弾性域から塑性域および破壊に至る複雑な挙動を示すため、理論的にその性状を把握する事はかなり難かしい問題である。わが国でも近年、実車衝突による実験的研究が進められているが、理論的な解析は現在のところじゅうぶんとは云えない。このような観点に立つて過去にわが国で行なわれた二、三のガードフェンス実物実験について理論的な解析を行なった。

2 解析方法

解析には神戸製鋼所ガードケーブル実物実験(昭和35年1月)日本鋼管ガードレール実物実験(昭和34年7月)建設省土木研究所で行なわれたオイルダンパー式ガードフェンス実物実験(昭和42年2月)を取り上げた。

これらのガードフェンスは外力に対する抵抗機構が異なり、順に、主として、ケーブル軸方向力、レール部材の曲げと軸方向力、レール部材の曲げと軸方向力およびオイルダンパーの機能によって抵抗することの特徴としている。解析手順はまずガードフェンス力学モデルにより力学的な性質を明らかにする。本解析ではガードケーブル、ガードレールにはコーネル航空研究所開発の力学プログラム⁽¹⁾を応用し、オイルダンパー式ガードフェンスにはバネとオイルダンパーが共存する支点上の梁と考へた力学モデルを使用した。次に自動車の平面運動方程式を Runge Kutta Gill の数値解法によって解く手法を用いた自動車運動プログラム⁽²⁾を作成し、力学プログラムと組合わせて衝突時の自動車の運動を解析する。つまり電子計算機とシミュレーターとして微小時間区切(本解析では $\frac{2}{1000}$ 秒および $\frac{4}{1000}$ 秒)との自動車の運動を再現する。この解析手順のフローチャートを図-1に示す。解析に使用した実験の諸元を表-1に示す。

3 解析結果

ガードフェンスの耐荷力は支柱の耐荷力に大きく支配されると考えられる。したがって支柱耐荷力を正確に求める事が解析の精度を決定する。現在のところ支柱の動的横方向耐荷

図-1 解析手順

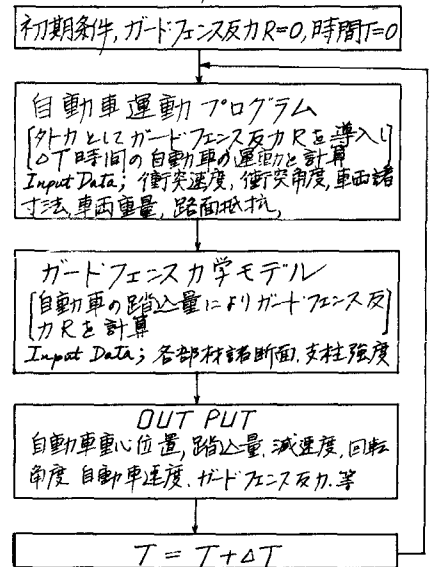


表-1 実験諸元

	神戸製鋼所 ガードケーブル	日本鋼管 ガードレール	オイルダン パー式ガードフェンス
ガードフェ ンス型 式	KH-44-E型	標準型(3型)	
支柱寸法	φ114.3×4.5 ×2520	3φ鋼管	φ139.3×4 ×1000
柱入長	1400	1000	1000
実験車	1949年型 トヨタ・ランド クルーザー	日産 190 4セ車	1962年型 メルセデス
車両重量	7t	6.2t	0.975t
衝突速度	51.7 km/h	56.0 km/h	58 km/h
衝突角度	13°	15°	20°

図-2 中間支柱耐荷力変位図
ガードフェンス耐荷力変位図

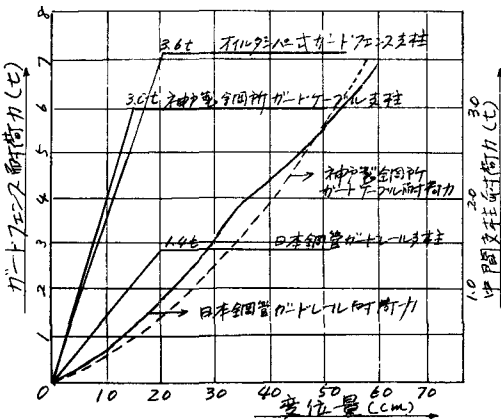


表-2 計算値と実験値との比較

	神戸製鋼所ガードフェンス		日本鋼管ガードフェンス		オランダ式ガードフェンス	
	実験値	計算値	実験値	計算値	実験値	計算値
最大踏込み量 (57) cm	58	51	67	50	48	49
縦方向最大変位	2.25°	0.3		0.4°	1.0°	2.1°
横方向最大変位	2.45°	0.8		1.0°	3.2°	3.6°
接触長さ	13 m	12 m	14 m	10 m		
離脱角度	2~5°	8°			8°	
衝突時間		1.20 sec	1.18 sec	0.96 sec		
ケーブル最大張力	9.85 t	11.0 t				
最大踏込み量と持続時間					0.28 sec	0.25 sec

(注) 最大踏込み量, 神戸製鋼所の場合は後輪踏込み量を示す

図-3 後輪軌跡 (神戸製鋼所ガードフェンス)

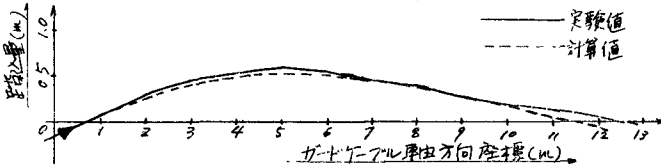


図-4 減速度 (オランダ式ガードフェンス)

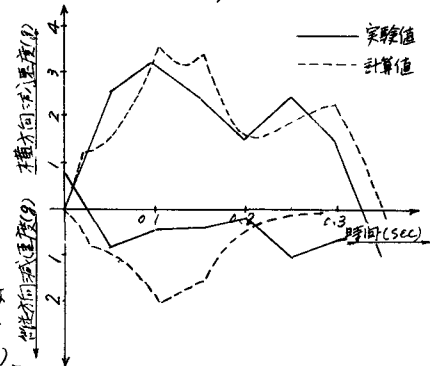
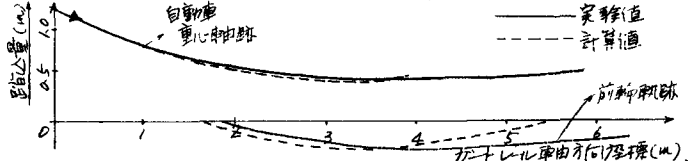


図-5 重心および前輪軌跡 (オランダ式ガードフェンス)



力を理論的に算出することが困難なため、六甲山系の真砂土を使用し、動的引張実験を行ないその結果を基礎資料として各ガードフェンス支柱の耐荷力を算出した。図-2にその結果と力学モデルによって計算したガードフェンス耐荷力変位図を示す。表-2に計算結果と実験結果の比較を示した。また図-3 ~ 図-5に一例として後輪軌跡重心軌跡減速度の計算値と実験値の比較図を示した。

本解析では理論値の方が実験に使用されたガードフェンス耐力耐荷力大きく出ている。これは支柱強度の推定にも問題があるが、屋外実験の場合連続的に短時間のうちに実験が行なわれるため支柱埋込みの締固めが十分であり、緩み、支柱耐荷力が減少するためとも考えられる。

4. 結論

多くの仮定の上に立つ解析にもかかわらず、理論値と実験値は実用上さしつかえのない程度に良く合致しており、ガードフェンスの挙動を実用範囲内で理論的に説明できたと考える。

今後この解析をもっとも問題を含んでいる支柱の動的横方向耐荷力を土の性状、外力の速度等の関係から求める研究が進めばガードフェンス最適設計の定式化も可能であると考える。

- (1) "Development of an Analytical Approach to Highway Barrier Design and Evaluation"
- (2) 枝村俊郎: "ガードフェンスの最適設計" 土木技術資料 Vol. 8, No. 10 pp. 22-40