

中央分離帯用ガードレールの設計

神戸大正員 枝村俊郎 阪神高速道路公団正員 山本俊夫 神戸大学生員 〇池尻勝志

川鉄建材K.K.正員 大野修三郎 川鉄建材K.K.正員 綿勝雄

1. まえがき この報告はこれまで検討をかさねてきた最適設計概念を実用データを用いて中央分離帯用ガードレールの設計に適用したものである。なおガードレール型式としてはボックスビームガードレールを採用した。

2. 便益の数式表現と最適設計 設置便益 B_E は次のように定義される。

$$B_E = N_b \cdot D_b - N_a \cdot D_a - M - I$$

ここに N_b, D_b : ガードレール設置前の中央分離帯事故発生率および1件当りの損害額。 N_a, D_a : ガードレール設置後の中央分離帯事故発生率および1件当りの損害額。 M : 維持費。 I : 初期投資の年あたりの償還額。

$$\begin{aligned} N_b \cdot D_b &= N_b (P_{b1} \cdot D_{b1} + P_{b2} \cdot D_{b2}) \\ &= N_b [P_{b1} \cdot D_{b1} + P_{b2} \{ (1 - P_c) \cdot D_1 + P_c \cdot D_c \}] \end{aligned}$$

ここに P_{b1}, D_{b1} : 中央分離帯事故のうち分離帯をのりこえない確率および1件当りの損害額期待値。 P_{b2}, D_{b2} : 中央分離帯事故のうち分離帯をのりこえる確率および1件当りの損害額期待値。 P_c, D_c : 分離帯乗り越し後対向車と衝突する確率および1件当りの損害額期待値。 D_1 : 分離帯乗り越し後対向車と衝突しない場合の1件当りの損害額期待値。

$$\begin{aligned} N_a \cdot D_a &= N_a (P_{a1} \cdot D_{a1} + P_{a2} \cdot D_{a2} + P_{a3} \cdot D_{a3}) \\ P_{a1} \cdot D_{a1} &= (1 - P_{a1}) \sum_{i=1}^n C_i \int_0^{E_c} f_i(E) dE \cdot (D_{b1} + D_{2i}) \\ P_{a3} \cdot D_{a3} &= (1 - P_{a1}) \sum_{i=1}^n C_i \int_{E_c}^{\infty} f_i(E) dE \cdot \{ D_{2i} + (1 - P_c) \cdot D_1 + P_c \cdot D_c \} \\ D_{2i} &= C_i (A_i \cdot D_{a1i} + D_{abi}) \end{aligned}$$

ここに P_{a1}, D_{a1} : 中央分離帯侵入後ガードレール到達前に停止もしくは原車線に復帰する場合の事故発生確率および1件当りの損害額期待値。 P_{a2}, D_{a2} : ガードレールに阻止されて停止もしくは原車線に復帰する場合の事故発生確率および1件当りの損害額期待値。 P_{a3}, D_{a3} : ガードレールを突破する場合の事故発生確率および1件当りの損害額期待値。 C_i : i 車種の車種構成率。 $f_i(E)$: i 車種のガードレール直角方向エネルギー分布確率密度関数。 E_c : ガードレール破壊限界エネルギー。 D_{2i} : i 車種のガードレール衝突時に与える減加速度による損害額期待値。 D_{a1i} : i 車種の減加速度による乗員の損害額期待値。 D_{abi} : i 車種の減加速度による車両の損害額期待値。 A_i : i 車種の乗員数。

中央分離帯にガードレールを設置する地点の交通量を Q , 速度分布を V , 分離帯侵入角度分布を θ , 車両重量分布を W , 分離帯巾員を B , 道路線形を R , ガードレール単位長当りの重量を W , ガードレール耐用年数を T とすると, Q, V, θ, W, R, T が与えられたならば, $P_{b1}, P_{b2}, P_{a1}, P_c, P_c, M, I$ は B と W の関数としてあらわされる。以上により設置便益 B_E は分離帯巾員 B , ガードレール単位長当りの重量 W によってあらわされ最適設計は次式によって決定される。

1) 便益最大を目的とする場合。

$$\frac{\partial B_E}{\partial B} = 0, \quad \frac{\partial B_E}{\partial W} = 0.$$

2) 便宜比最大を目的とする場合

$$\frac{\partial B_E/I}{\partial B} = 0, \quad \frac{\partial B_E/I}{\partial W} = 0$$

以下使用資料の主要なものを3.~5.に述べる。

3. ボックスビームガードレールの挙動 ボックスビームガードレールの力学的挙動解析モデルとしてはコーネル航空研究所により開発され

た数値解析モデルがあり、このモデルの妥当性を実証するために静的引張実験を行なった。実験によりえた荷重変位曲線と数値解析モデルによりえた荷重変位曲線を図1に示す。数値解析モデルと実験結果はよく一致したので、

数種のガードレールについて動的条件下での荷重変位曲線をこのモデルを用いて作成した。ポストからビームがはずれる現象のおこる変位量は幾何的關係で決定しうることを、ガードレールの破壊がほぼ変位量1mでおこることがわかった。以上の結果を用いガードレール破壊限界エネルギー E_c とガードレール単位長当りの重量 W との関係をえた。これを図2に示す。

4. ガードレール直角方向エネルギー分布 速度分布として名神制御委員会の調査結果、重量分布として日本道路公団の調査結果、分離帯侵入角度分布としてJohn W. Hutchinsonによる調査結果を用い、次式により事故車両の持つガードレール直角方向エネルギーを算出した。

$$E = \frac{1}{2} W_l (V \sin \theta)^2$$

ここに g :重力加速度。累積分布でしめた計算結果の1例は図3の通りである。

5. 事故発生確率、事故損害額 名神高速道路事故原果をえた。人損を貨幣タームに換算する場合に、1)死者500万円、重傷10万円、軽傷10万円 2)死者1000万円、重傷50万円、軽傷10万円の2通りを考えた。その計算結果を表1に示す。

6. 結果 数値計算手法を用いガードレール単位長当りの重量 W と B_E の関係図(図4実線)または W と B_E/I の関係図(図4破線)をもとに最適なる W を求め、図4 W と B_E 、 W と B_E/I の関係

た。結果として図5 W 、 N_b 、交通量の関係($C_1=26.8, C_2=3.0, C_3=40.3, C_4=30.0$)

れた交通量、事故発生率、車種構成をえたときに最適なるガードレール重量をえるグラフの1例を図5に示す。

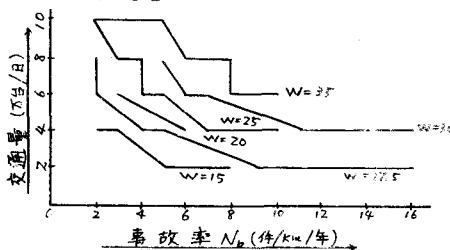


図1 荷重変位曲線

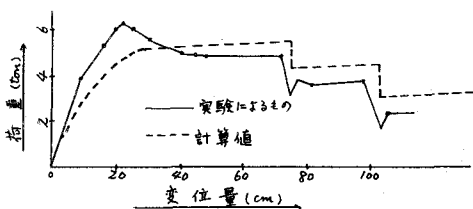


図3 ガードレール直角方向エネルギー累積分布

図2 E_c と W の関係

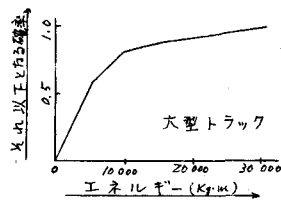
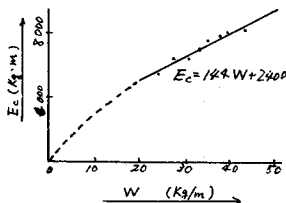


表1 事故発生確率
損害額

事故発生確率		
P_{b1}	P_{b1}	P_{a1}
0.69	0.31	0.37
損害額 (万円)		
	1)	2)
D_{b1}	24.70	27.53
D_1	60.63	87.66
D_c	438.40	771.73