

遮音壁支柱に対する衝突実験結果の簡易推定法

オリエンタルコンサルタンツ 正会員○福間雅俊 正会員 梅林福太郎 正会員 大竹省吾
高速道路総合技術研究所 正会員 森辰明 正会員 岩吹啓史 正会員 兼重仁

1. 概要

本論は、遮音壁の落下物防止性能の確認を目的として実施した、約 300kg の鉄球を所定の高さから衝突させる実験に対して、エネルギー法による推定について検討を行ったものである。

2. 実験概要

実験においては、高さ 3m の遮音壁¹⁾の支柱 1 本を、剛性の高いコンクリート基礎に強度の高いベースプレート及びアンカーボルトにより取り付けた。鉄球を衝突させる条件は落下物防止柵の設計条件²⁾と同等(走行速度 60km/h 相当、衝突角 15°)を基本とし、これに加え走行速度 80km/h、100km/h 相当のケースについても実施した。衝突高さは、壁高欄天端から約 2m (路面から約 3m)を想定した高さとした。実験は、各走行速度に対して 3 供試体ずつ実施した。衝突実験のケースを表-1 に示す。また、支柱 1 本のケースの概要を図-1 に示す。

3. エネルギー法による推定方法

本検討においては、以下に示す 2 つの項目について、実験結果の推定を試みた。1 つは、衝突位置の支柱の最大変位を運動エネルギーとひずみエネルギーのつり合いより推定した。2 つ目は、ひずみエネルギーよりエネルギー一定則を用いて衝突荷重を推定したものである。前者のエネルギー法のつり合い式を式 1 に示す。

$$1/2 \cdot m \cdot v^2 = 1/2 \cdot P_y \cdot \delta_y + P_y \cdot (\delta - \delta_y)$$
 式 1

ここに、 m ：鉄球の質量(kg)、 v ：衝突前の速度(m/s)、 P_y ：支柱の降伏荷重(N)、 δ_y ：降伏変位(mm)、 δ ：支柱位置の最大変位(mm)である。式 1 は、支柱が降伏した後は完全弾塑性となるものと仮定し、 δ について支柱を基部で固定された片持ち梁と想定して解いた。次に後者の衝突荷重については、以下の考えのもと算定した。

$$1/2 \cdot P_y \cdot \delta_y + P_y \cdot (\delta - \delta_y) = 1/2 \cdot P \cdot P \cdot \delta_y / P_y$$
 式 2

ここに、 P_y ：支柱の降伏荷重(N)、 δ_y ：降伏変位(mm)、 δ ：支柱位置の最大変位(mm)、 P ：衝突荷重である。式 2 は、支柱が降伏した後は完全弾塑性となるものと仮定した場合のエネルギーが、エネルギー一定則に基づけば、支柱が降伏した後も荷重と変位の関係が初期勾配のまま増加すると仮定した場合のエネルギーに等しいという想定に基づいたものである。

表-1 実験ケース

種類	規格	CASE 数	衝突	遮音	備考
			回数	壁仕様	
支柱(H鋼) 基礎固定 形式	125*125 *6.5*9	3	1	H=3m 支柱のみ	※1,※4
		3	1		※2,※4
		3	1		※3,※4

※1:落下防止柵の設計条件と同等（衝突角15°・60km/h相当）※2:衝突角15°・80km/h相当 ※3:衝突角15°・100km/h相当 ※4:支柱1本のみを設置。

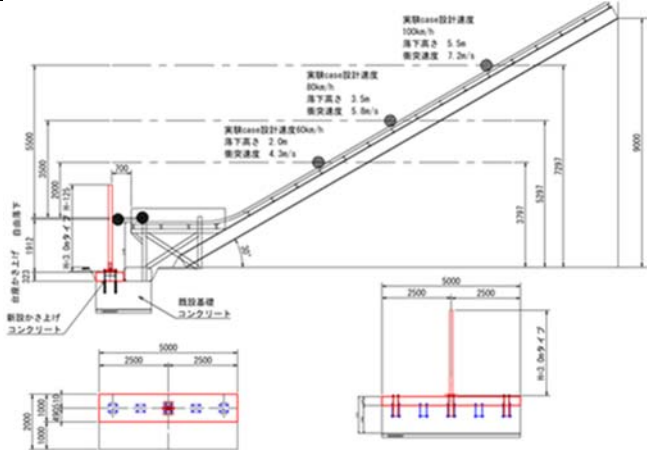


図-1 実験概要

キーワード 遮音壁, エネルギー法, 衝突実験, 支柱, エネルギー一定則, 最大変位

連絡先 〒151-0071 東京都渋谷区本町 3-12-1 (株)オリエンタルコンサルタンツ TEL 03-6311-7868

4. 実験とエネルギー法による推定の比較

実験では、衝突位置における変位はレーザー変位計により計測されている。また、衝突荷重については、支柱の基部のフランジで計測した最大鉛直ひずみをもとに、応力度とひずみの関係において、エネルギー一定則(図-2)を適用することにより、発生応力度を算定し、支柱を片持ち梁と仮定した場合の基部の曲げモーメントに対応した衝突位置の水平力として算定した。なお、実験に際して、事前に支柱のH鋼を構成するフランジとウェブの鋼板の引張載荷試験を行い、供試体の降伏応力度を確認しているため、この値を用いた。エネルギー法では、速度は実験における各ケースの平均値を用いて算定した。

図-3に衝突位置の最大変位を示す。同図において、実験値については、変位の計測精度が低いと考えられるケースは除いている。同図より、エネルギー法による推定した衝突位置における支柱の変位は、実験値に対して、大きめに評価されることがわかった。この理由の1つとしては、本論においては、支柱の降伏後は完全弾塑性と仮定しているが、実際は、二次勾配を有していることが考えられる。図-4に、実験とエネルギー法により算定した衝突位置の荷重の比較を示す。同図から、実験で計測したひずみに比べ、エネルギー法により推定した荷重の方が小さ目の評価となることが分かった。これはエネルギー法では、平面ひずみの仮定で荷重を推定したためと考えられる。実験で計測した鉛直ひずみは、ウェブ中央の最もひずみが大きくなる位置(図-5)において計測している。このため、実験の計測ひずみから算定した衝突荷重は、エネルギー法により算定した衝突荷重に比べて、荷重を大きめに評価している可能性が考えられる。エネルギー法の衝突荷重に対して1.2倍の補正を行うことで、概ね実験の衝突荷重を再現できるものと考えられる。

5. まとめ

遮音壁の支柱を対象とした衝突実験の衝突位置の最大変位と衝突位置の荷重の再現を、エネルギー法により推定した。この結果、衝突位置の最大変位は、実験値よりも大き目の変位となることがわかった。また、衝突荷重は、実験値よりも小さ目の評価となったが、補正を行うことで、実験値を推定することができると考えられる。

参考文献：1)設計要領第五集遮音壁：中日本高速道路(株)H29.7.
2)設計要領第五集交通安全施設【落下物防止柵編】：東・中・西日本高速道路(株)H29.7.

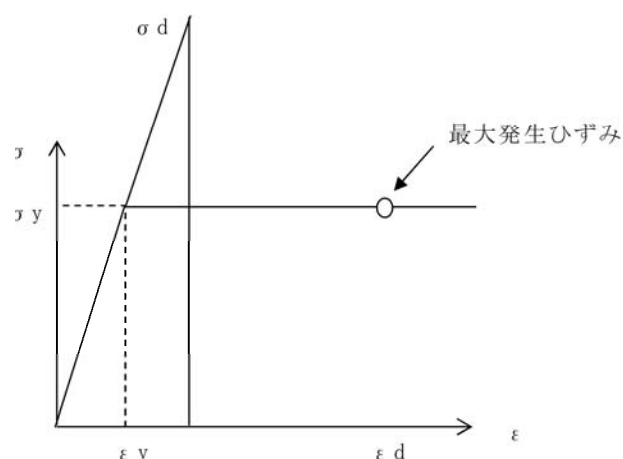


図-2 エネルギー一定則の概念

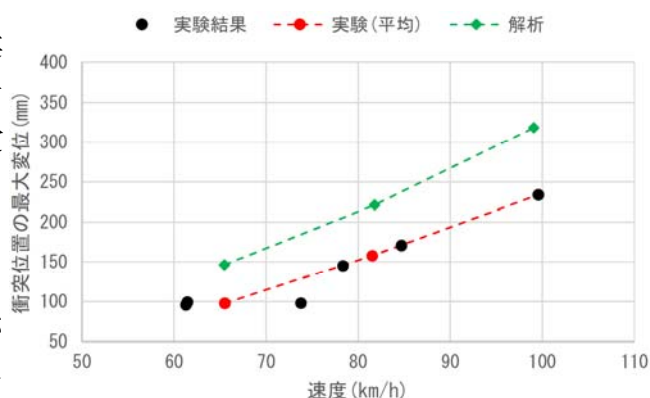


図-3 衝突位置の最大水平変位の比較

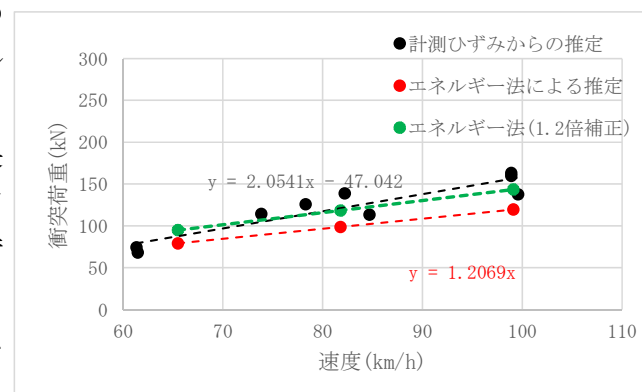


図-4 衝突位置の最大荷重の比較

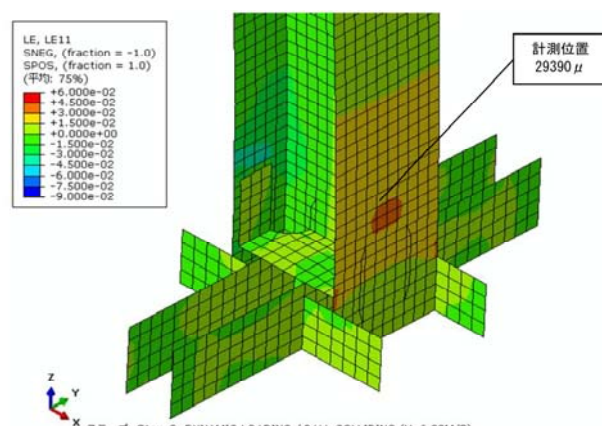


図-5 FEM解析のひずみ分布