

## 遮音壁支柱に対する衝突実験の再現解析

オリエンタルコンサルタンツ 正会員○梅林福太郎 正会員 大竹省吾 非会員 内藤靖  
 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、衝突解析による再現を行ったものである。

## 2. 実験概要

遮音壁の支柱<sup>1)</sup>は、地面に剛結したコンクリート基礎に取り付け、支柱のみを1本設置した場合について行った。鉄球を衝突させる条件は落下物防止柵の設計条件<sup>2)</sup>と同等（走行速度 60km/h 相当、衝突角 15°）を基本とし、走行速度 80km/h、100km/h のケースも実施した。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。支柱は壁高欄上に設置される高さ 3m の遮音壁に用いられる H 鋼である。また、1 ケースのみ、走行速度 60km/h で 3 回続けて衝突させるケースについても行った。衝突実験のケースを表-1 に示す。また、図-1 に実験概要を示す。

表-1 実験ケース

種類	規格	CASE 数	衝突	遮音 壁仕様	備考
			回数		
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	3		※4,※5

※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。※5:衝突角15°・60km/h相当で3回繰り返し衝突。

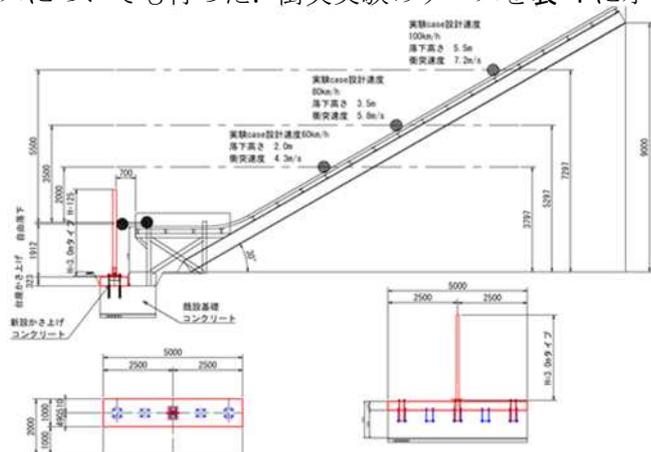


図-1 実験概要

## 3. 解析モデルと解析条件

解析モデルを図-2 に示す。解析モデルは基部のベースプレート上面より上方をモデル化した。遮音壁の支柱のベースプレートの補強リブが、H 鋼と溶接で結合されているため、補強リブについてもモデル化を行った。また、実験においては、下段受けパネルを支柱基部に設置したため、同部材についてもモデル化を行った。材料条件を表-2 に示す。実験に際して、H 鋼のフランジとウェブに用いた鋼板に対して、引張載荷試験をそれぞれの鋼板で行い、同試験結果より降伏点や引張強さを設定した。下受けパネルとベースプレートの補強リブについては、公称値を用いた。解析条件を表-3 に示す。解析ソフトは、ABAQUS standard ver2019 を用いた。H 鋼等の鋼材は非線形シェル要素でモデル化し、鉄球については剛体のソリッド要素でモデル化した。鉄球は、レール端部位置にてモデル化を行い、鉄球自体に衝突速度を水平方向に加え、H 鋼に衝突させた。なお、鉄球の自由落下の影響も考慮している。減衰定数については 0.01 とし、剛性比例型の減衰を用いた。境界条件については、H 鋼の下端を固定とした。解析ケースは、走行速度を 60km/h、80km/h、100km/h とした 3 ケースに加え、走行速度を 60km/h で 3 回続けて衝突させるケースの計 4 ケースについて行った。

## 4. 実験結果との比較

実験と解析の衝突位置の変位の時刻歴を図-3 に示す。なお、60km/h で 3 回続けて衝突させたケースは、3 回目のケースの結果である。実験と解析の結果を比較すると、衝突位置の支柱の最大変形量は解析の方が実験  
 キーワード 遮音壁, 衝突実験, 衝突解析, 支柱, 引張試験, FEM

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

よりもケース全体として少し大き目となっている。これは、実験では、高速度カメラから支柱がねじれながら変形していることが確認されており、このねじれにエネルギーが若干費やされたため、実験値が小さくなったものと考えられる。このねじれの要因は、衝突位置が支柱のフランジ中心から若干横にずれていたためと考えられる。ただし、これを踏まえた上でも最大変位の違いは小さく、解析は実験の変形を再現できているものと考えられる。また、実験では、衝突直後に支柱が大きく変形し、その後鉄球が押し込むような挙動が確認されたため、約 0.03s 付近にこの現象が現れているが、解析においても同様の現象が再現できているものと考えられる。最大変形後は、若干位相がずれていることと、解析においては実験よりも大きめに評価されていることがわかる。図-4 と図-5 に、走行速度 100km/h の最大変形図及び塑性化状況を示す。図-5 により、衝突位置及び基部に塑性化が発生していることが分かる。塑性化位置についても実験と同様であり、下段受けパネルよりも上方の塑性化が大きい。

5. まとめ

遮音壁の支柱を対象とした衝突実験の再現解析を行った。この結果、衝突による支柱の最大変位と残留変位をほぼ再現できることと、基部の損傷状況もおおよそ再現できることが確認でき、解析により異なる载荷条件の検討を行える見通しが得られた。

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.

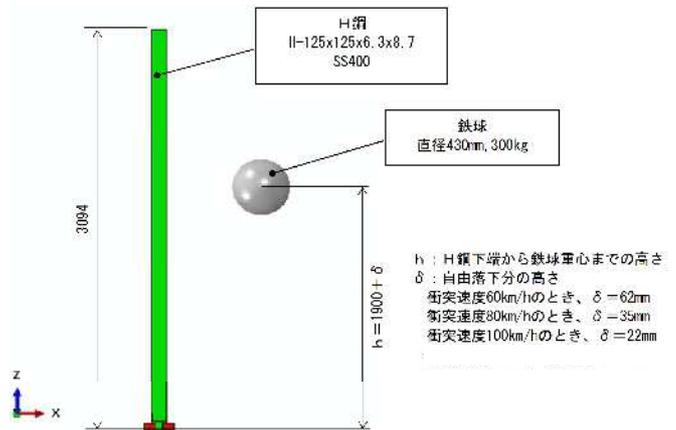


図-2 解析モデル

表-2 材料条件

項目	H鋼		基部構造	
	ウェブ	フランジ	下段パネル受け	リブ
材質	SS400	SS400	SS400	SM490
ヤング係数 E [N/mm <sup>2</sup> ]	200000	200000	200000	200000
ポアソン比 ν [ ]	0.3	0.3	0.3	0.3
質量密度 ρ [kg/m <sup>3</sup> ]	7850	7850	7850	7850
降伏点 σ <sub>y</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	326.0	325.1	245	325
引張強さ σ <sub>u</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	447.9	442.5	400	490
伸び ε <sub>u</sub> [%]	26	22	17	15
減衰定数 h [%]	1	1	1	1

表-3 解析条件

項目	内容	
解析ソフト	ABAQUS standard ver2019	
解法	陰解法、複合非線形動的解析	
使用要素	H鋼	非線形シェル要素
	鉄球	剛体、ソリッド要素
	下段受けパネル	非線形シェル要素
	ベースプレート の補強リブ	非線形シェル要素
要素分割数	フランジ：10分割	
	ウェブ：10分割	
	高さ方向：240分割	
節点数、要素数	節点数：11004、要素数：20514	
鉄球の初期配置	水平レールの端部	
鉄球の衝突力	鉄球自体に衝突速度を水平方向に加え、H鋼に衝突させる。H鋼に衝突するまでの自由落下の影響も考慮する。	
減衰	減衰定数：0.01, 剛性比例型減衰	

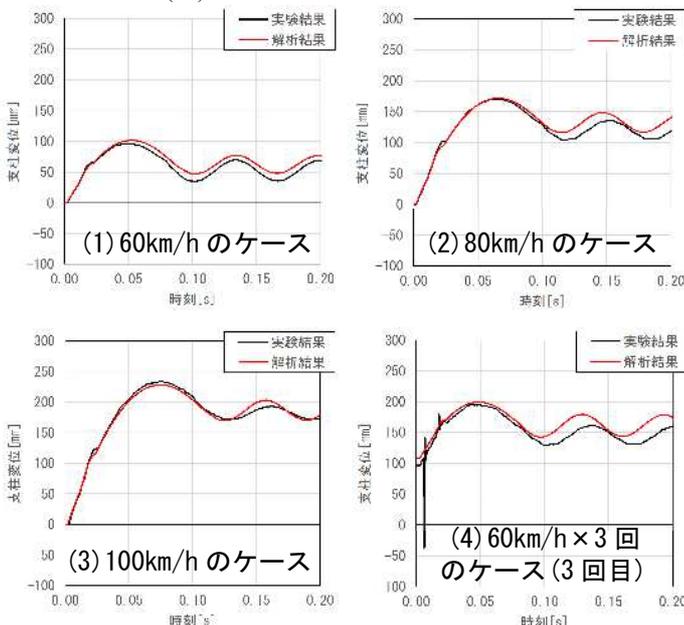


図-3 実験と解析の変位の比較 (衝突位置の変位)

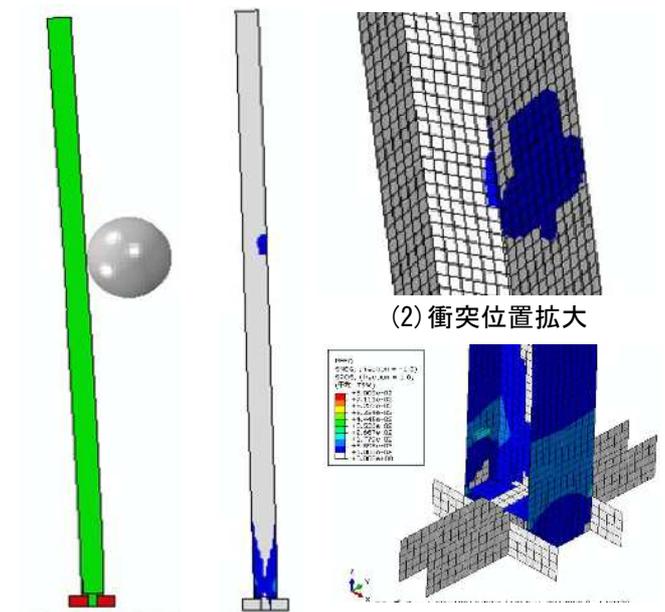


図-4 変形図 (100km/h)

図-5 (1)全体 (2)衝突位置拡大 (3)基部拡大 塑性化状況 (100km/h)