

高エネルギー吸収防護柵の実物による性能実験

(株)エイ・シー・デイ 正会員 吉 田 博
金沢大学工学部土木建設工学科 正会員 前川 幸次
日本ゼニスパイプ(株) 塩見 昌紀
金森藤平商事(株) 正会員 南 和夫

1. まえがき

高エネルギー吸収防護柵（以後、本防護柵という）は、支柱として充填鋼管柱が用いられており、これに取付けられる緩衝定着装置、横ロープ、中間緩衝具、端緩衝具、ストッパーなどからなっており、これらが有する機能が相互に作用しあって期待される効果を発揮するものである。これらの装置、部品などは、個々の性能は試験により確認されているが、本防護柵全体としては、エネルギー吸収能力、強度などの要求される性能を有するかどうかの確認がなされていない。

そこで、本防護柵の実物と同規模の供試体を製作・架設し、そこに設計落石に相当する重錘を落下させ、吸収柵全体としての挙動を測定することにより、設計で要求される性能の確認を行なうことを目的としている。

2. 実験用供試体

本防護柵は一般に鉛直または斜面に直角に設置され、落石は柵にほぼ垂直に衝突すると仮定して設計されているが、実験では重錘を水平または斜に衝突させることが困難であることから、ほぼ垂直な岩斜面を水平に削孔し、充填鋼管柱を水平に建て込み、柵面を水平にした。鋼管柱は4本使用し、3スパン（スパン長5.00m）の防護柵とした。支柱の突出長は5.00mとし、30cm間隔に15本のワイヤロープを張設した。また、落石の衝突時に横ロープの間隔を保持するためのチェーンを1スパン当たり3本張設した。端末柱には端緩衝具を取付け、他の柱には緩衝定着装置を取付けた。また、柱頭部には端緩衝具を介して3本の控えワイヤロープを取付け、他端を岩盤のアンカーに固定した。実験で用いた高エネルギー吸収柵は、設計吸収エネルギー500kN・mに対応するものである。図-1において、左側のスパンから順に、aスパン、bスパンおよびcスパンと呼ぶことにする。

3. 実験の種類

供試体を用いて、以下の実験を行なった。各実験とも、金網全体および滑りが発生した部分の横ロープ、緩衝定着装置、各種緩衝具等はすべて新品と取り替えた。なお、実験に用いた重錘は、質量3.0tのものである。

(1) TEST-A：支柱の変形を無視した場合の緩衝定着装置、中間緩衝具、ストッパー等の性能および横ロープ、間隔保持用縦チェーンの張力の測定などを目的としている。しかし、同時にこれらすべての性能を明確にすることは困難であるため、表-1に示す4ケースの実験を行なった。なお、重錘の落下位置はbスパン（中央スパン）の山側とし、その中心はスパン中央の山側から150cm、第4と第5横ロープの間である。

表-1 各緩衝具締付けトルクおよび落下高さ

(2) TEST-B：重錘を支柱の先端近くに落下させ、支柱の変形、控えワイヤロープの滑りの影響を含め、実際の防護柵の上部に落石が衝突した場合を想定した実験である。

重錘の落下位置はbスパン（中央スパン）の谷側とし、その中心はスパン中央の山側から400cm（柱先端から山側に100cm）、第12と第13横ロープの間である。重錘の落下高さは17mである。

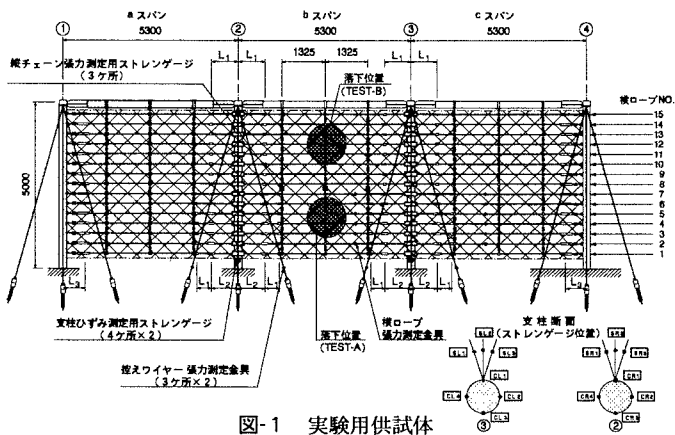


図-1 実験用供試体

TEST No.	緩衝定着装置 (kN・cm)	中間緩衝具 (kN・cm)	端緩衝具 (kN・cm)		落下高さ (m)
			横ロープ	控えワイヤー	
A-1	17.64	—	17.64	14.70	10
A-2	17.64	9.80	17.64	14.70	17
A-3	17.64	9.80	17.64	14.70	17
A-4	28.42	28.42	28.42	28.42	10
B	17.64	9.80	17.64	14.70	17
C	17.64	9.80	17.64	14.70	10

4. 実験結果

図-2には、TEST-Bにおける重錘の加速度、控えロープの張力、支柱のひずみ、重錘変位の経時変化を示している。また、図-3には重錘衝撃力・重錘変位の関係とともに重錘の位置エネルギーと吸収エネルギーの関係も示されており、重錘の運動エネルギーが全て高エネルギー防護柵に伝達されていることがわかる。

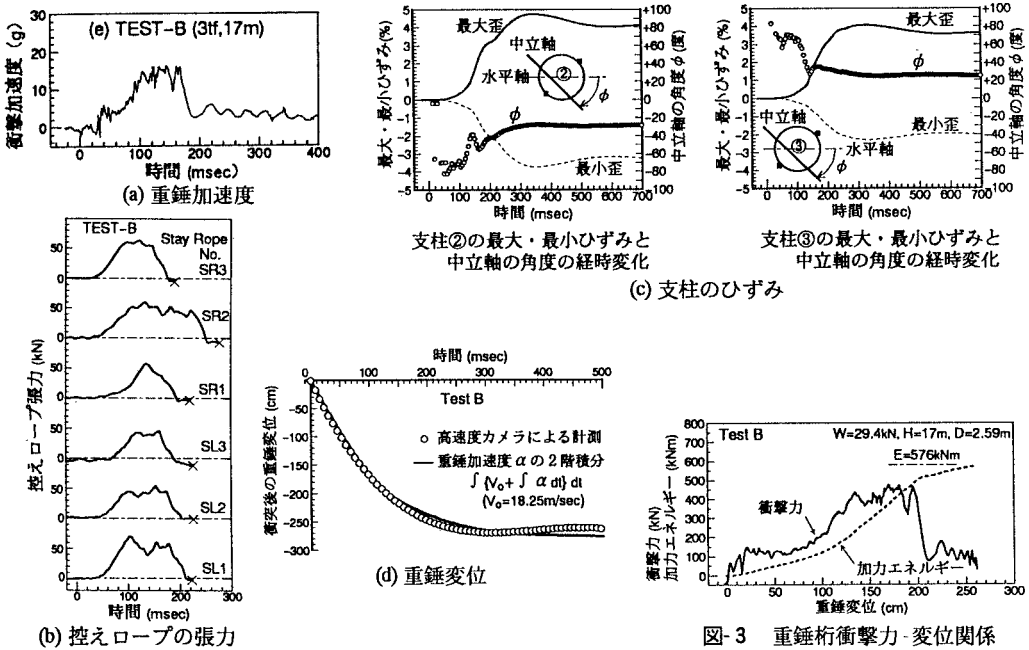


図-2 実験結果

5. まとめ

各ケースの実験に対する横ロープおよび控えロープの緩衝装置内の滑りによる吸収エネルギーは、表-2に示されている。これらの結果よりTEST-Aの内、緩衝定着装置のみを用いたTEST-A1では横ロープの吸収エネルギーは全伝達エネルギーの88.2%に達しているのに対し、緩衝定着装置および中間緩衝具を組合せたTEST-A2およびTEST-A3では、それぞれ、65.8%および74.4%と小さく見積られている。

TEST-Bにおいては、横ロープおよび控えロープによる吸収エネルギーは62.3%であり、支柱の塑性ヒンジの回転による吸収エネルギーは23%となっており、全体で85.8%である。

本実験より、緩衝装置類の組合せた場合の吸収エネルギーの評価方法に検討の余地があるものの、高エネルギー吸収柵のエネルギー吸収メカニズムおよびその評価法が明らかとなった。

表-2 実験結果

(単位: m)

横ロープNo.	TEST-A-1	TEST-A-2	TEST-A-3	TEST-B
	ΔL_1	ΔL_1	ΔL_2	ΔL_1
1 (SL1)	0.580	0.270	—	0.775
2 (SL2)	0.870	0.323	—	0.987
3 (SL3)	1.120	0.372	0.319	1.000
4 (SR1)	1.100	0.720	0.247	0.956
5 (SR2)	0.880	0.730	0.398	1.000
6 (SR3)	0.610	0.720	0.442	0.930
7	—	0.223	—	0.589
8	—	0.056	—	0.302
9	—	0.006	—	0.151
10	—	—	—	0.041
11	—	—	—	0.010
12	—	—	—	0.635
13	—	—	—	0.740
14	—	—	—	0.940
15	—	—	—	0.625
計	5.160	3.420	1.406	6.741
吸収エネルギー (kJ)	259.4	172.0	157.0	338.9
支柱の吸収エネルギー (kJ)	—	—	—	33.2
吸収率 (%)	88.2	65.8	74.4	85.8

※ () 内は控えワイヤー

ΔL_1 : 緩衝装置内のすべり量
 ΔL_2 : 緩衝装置と中間緩衝具内のすべり量
 ΔL_3 : 横ロープ端緩衝具
 ΔL_4 : 控えワイヤー端緩衝具