

I - B 302

低降伏点鋼を用いた鋼製落橋防止壁の衝突実験

高田機工 正会員 森下泰光 高田機工 正会員 山田靖則
高田機工 正会員 安田 修

1. はじめに

落橋防止システムの中で、落橋防止構造として橋台・橋脚の天端に突起を設ける構造タイプのものについて、エネルギー吸収能力に勝れていると考えられる低降伏点鋼を用いた鋼製の落橋防止壁の性能確認を実験によって行った。

低降伏点鋼を用いた鋼製落橋防止壁は、通常の鋼材を用いた場合よりも、鋼材自身の持つエネルギー吸収能の高さから、アンカーボルトおよび基礎への作用力を減少させる効果があると予測している。

2. 低降伏点鋼

低降伏点鋼は従来の普通鋼(SS400)と比較して、強度が1/2～1/3、伸びが約2倍の低強度、高変形能の特性を有する鋼材である。今回の実験には、川崎製鐵(株)製RiverFlex100を使用した。実験に使用した鋼材の材料試験結果を表-1に示す。

3. 実験概要

供試体の形状寸法を図-1に示す。供試体縮尺は実物の1/2スケールを想定した。鋼製ブラケット部を固定する鉄筋コンクリート基礎部分は、鉄筋はD16(SD345)、コンクリートは設計基準強度 $\sigma_{ck} = 240\text{kgf/cm}^2$ (H-24-8-20)の早強コンクリートとし、配筋は逆T式橋台の標準配筋ピッチの1/2とした。鋼製ブラケットを固定するアンカーボルトには、ねじ呼び径M22のケミカルアンカーを3本使用した。

実験は、(社)日本機械化協会建設機械化研究所にて行った。実験装置の概要を図-2に示す。実験は、傾斜路(角度1:10)上の所定の高さより落下物体(台車:7.34t)を落下させ、あらかじめ設置されている実験供試体に衝突させることによって行った。

表-1 鋼材の材料試験結果

項目	板厚 (mm)	0.2%耐力 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	破断伸び (%)
RiverFlex 100	6.4	85	267	60

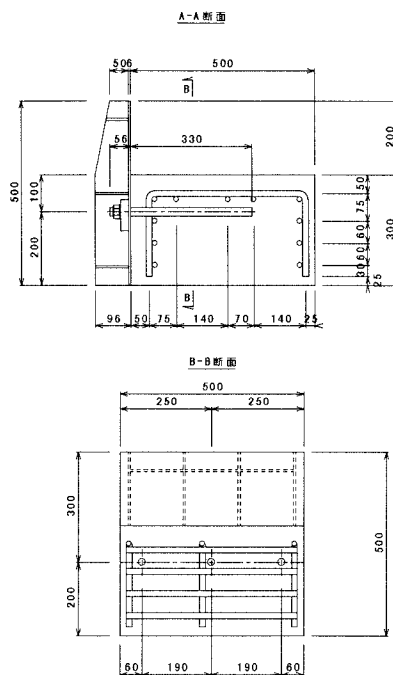


図-1 供試体図面

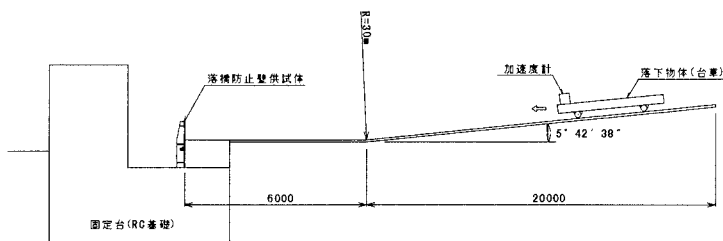


図-2 実験装置概要

キーワード：落橋防止壁，低降伏点鋼，衝突実験

連絡先：和歌山県海草郡下津町方 1375-1 Tel 0734-92-4971 Fax 0734-92-4980

表-2 衝突試験結果一覧表

供試体		落下物 体質量 m (kg)	落下物体						最大反力 (tf) F=mα (計算値)	落橋防止壁														運動エネルギー(J)			
			衝突速度(m/s)			最大加速度(g)				最大応答加速度α		アンカーボルト応力度(kgf/cm ²)						鉄筋応力度(kgf/cm ²)				水平 変位 (mm)	E ₁	E ₂	ΔE	ΔE/E ₁	
No.	種別	v ₁ (衝突前)	v ₂ (衝突後)	v ₂ /v ₁	水平 α	鉛直	xmax (mm)	水平	鉛直	E	F	G	H	平均 σA	K	L	M	平均 σR									
1-1	鋼製ブラケットタイプ (低降伏点鋼 15φ)	7,340	0.07	0.06	0.86	0.4	0.1	1.1	3.2	1.9	0.3	226	226	286	258	248	61	61	110	78	1.7	18	13	5	0.27		
1-2	〃	7,340	0.37	0.20	0.54	1.4	1.1	8.2	10.4	15.3	7.2	1113	1148	1063	1063	1101	190	172	190	184	9.8	502	147	356	0.71		
1-3	〃	7,340	0.47	0.20	0.43	1.7	1.4	8.9	12.4	16.3	5.4	1564	1579	1363	1323	1457	301	202	239	247	10.3	811	147	664	0.82		
1-4	〃	7,340	0.65	0.30	0.46	2.4	1.6	14.9	17.3	24.5	7.6	2491	2436	2361	2095	2346	472	337	429	413	19.3	1,551	330	1,220	0.79		
1-5	〃	7,340	0.86	0.39	0.38	2.5	2.7	26.4	18.2	-	-	3348	3278	3248	2656	3132	736	448	589	591	-	2,714	400	2,315	0.85		
1-6	〃	7,340	1.09	0.35	0.32	2.6	1.7	34.8	19.3	17.9	24.3	***	***	***	***	***	902	797	785	828	-	4,360	450	3,911	0.90		
1-7	〃	7,340	1.23	-	-	2.2	2.6	119.0	16.2	-	-	***	***	***	***	***	1748	1165	871	1261	-	5,552	-	-	-		
2-1	鋼製ブラケットタイプ (低降伏点鋼 15φ)	7,340	1.16	0.35	0.30	2.8	2.1	39.9	20.5	10.5	14.0	***	***	***	***	***	650	797	509	652	-	4,938	450	4,489	0.91		
2-2	〃	7,340	1.25	0.33	0.26	2.4	2.3	54.5	17.3	-	-	***	***	***	***	***	938	785	754	826	-	5,734	400	5,335	0.93		

・鉄筋 $\sigma_y=4210\text{kgf/cm}^2$ 、アンカーボルト $\sigma_y=3910\text{kgf/cm}^2$

・落下物体および落橋防止壁の鉛直加速度は、落下物体が落橋防止壁に衝突した瞬間から落下物体速度が0になるまでの、絶対値による最大値である。

・表中の－印は、計測範囲オーバーなどにより計測不能であることを示す。

・表中の***印は、鉄筋およびアンカーボルトの最大応力が σ_y に達した測点であることを示す。

・落下物体最大移動量 x_{max} は、落下物体が実験供試体に衝突した時をゼロとして計測した移動量の、進行方向への最大値である。

実験は、0.1m/s から 0.2m/s 毎に落下物体の速度を上げて衝突を繰り返し、実験供試体を破壊に至らせるものと、繰り返し衝突実験により推測された実験供試体の衝突速度を目標として落下物体を衝突させるものの2種類とした。これをここでは、それぞれ、繰り返し衝突実験および破壊衝突実験と呼ぶ。

4. 実験結果

衝突実験結果の一覧表を表-2に示す。

鋼製ブラケット部のひずみエネルギー U_I が、最大反力 F と最大移動量 x_{max} から $U_I = \frac{1}{2} F x_{max}$ により算出できるとする。ひずみエネルギー U_I －落下物体入力エネルギー ΔE 関係を図-2にそれぞれ示す。図-2より、最大反力と最大移動量から算出するもっとも単純な方法で算出されたひずみエネルギー U_I が、ほぼ $U_I = \Delta E$ の関係にあるといえる。

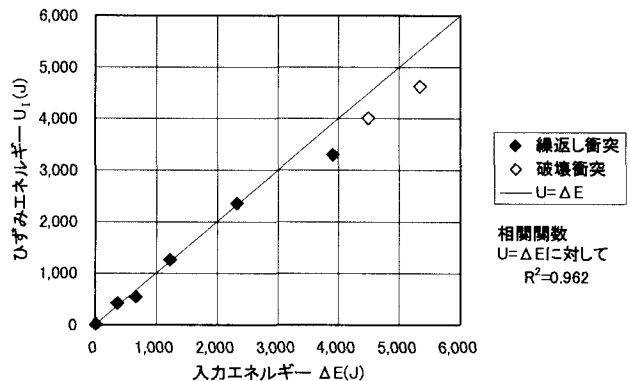


図-2 ひずみエネルギー U_I －落下物体入力エネルギー ΔE 関係

5. まとめ

実験結果より、以下のことが確認できた。

- (1) 実験供試体の鋼製ブラケット部が終局を迎えても、鉄筋コンクリート基礎部は健全であった。これは、低降伏点鋼のエネルギー吸収能の高さから来るものであると思われる。
- (2) 入力される運動エネルギーとひずみエネルギーが線形の関係であることを用い、本鋼材を用いた落橋防止壁の設計が可能である。