

I-124

セル型鋼製砂防ダムの実大部分模型に対する衝撃载荷実験（その1）

住友金属工業 正会員 ○寺澤岳真 喜田 浩 飯田 毅 高瀬幸紀
防衛大学校 正会員 石川信隆
建設省土木研究所 正会員 水山高久

1. まえがき

土石流災害防止のための新型式砂防ダムの一つとして、港湾分野で用いられている鋼板セル構造¹⁾を、図1のように離散的に配置するセル型鋼製砂防ダムをここで提案する²⁾。本構造は①工期が短い、②河床材や床掘土砂を中詰材として処理可能、③地耐力の小さな地盤にも適合³⁾、④セグメントに分割したセル殻の採用により運搬効率と施工性が良い、など多くの特長を有し、今後、有望と考えられる。

当該構造物の重力式ダムとしての安定性検討法は確立^{1), 4)}されているが、土石流中の巨礫が衝突した際のセル殻やセグメント接合部の耐荷力と変形機構および安全性については、未だ不明な点が多い。そこで、重錘自由落下による実大部分模型への衝撃载荷実験を行ったので、その結果の一部につき報告する。

2. 実験概要

(1) 実験方法：実験は図2に示すように、鋼製箱（幅2.0×長2.0×高1.0m）内に充填した川砂利（粒径5～40mm）の上に供試体を設置し、上部より直径1m強の巨礫に相当する重錘(1.68tf)を高さ5.5mから落下させて行った。なお、供試体の変形などは载荷後に計測した。

(2) 供試体：供試体の種類を表1、その1例を図3に示す。鋼板型では板厚9mmの単体1種類および継手部2種類、鋼板とコンクリートの合成型では、鋼板板厚6mmで、ジベル数、コンクリート厚の異なる2種類の計5種類とし、相対する長辺の端部は鋼製箱にボルト(250mm間隔)で固定されている。なお、鋼板材質はSS41、継手ボルトはF10T(M24)、使用コンクリートは $\sigma_{14}=270\text{kgf/cm}^2$ （早強セメント使用）、 $E_c=2.8 \times 10^5 \text{kgf/cm}^2$ である。

3. 実験結果および考察

(1) 衝突速度：落下高と衝突速度を表2に示す。本実験では落下高5.5mで衝突速度10m/s強の値を得た。

(2) 衝撃荷重：衝撃荷重の最大値と载荷時間を表2に示す。

表2より、①衝突速度約10m/sでの衝撃荷重の最大値は909～

1158tfと極めて大きい。②荷重値は落下回数の増加とともに高くなる傾向にあり、コンクリート被覆のある合成型の荷重の方が落下回数初期において低い。③载荷時間は1～2msであるが合成型の方が鋼板型より若干長い。

(3) 鋼板型：単体中央への衝撃载荷（供試体 No. I-1）では、図4に示すように落下回数Nとともに鋼板の塑性変形領域は増加するものの、落下高約1mで3回、4m強で3回の計6回载荷したにもかかわらず鋼板が破れることはなかった。継手部への衝撃载荷（供試体 No. I-2）では、図5

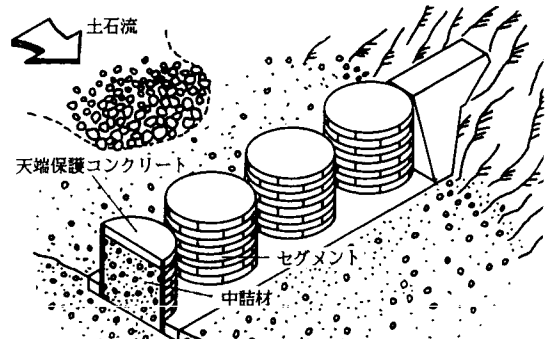


図1. セル型鋼製砂防ダム

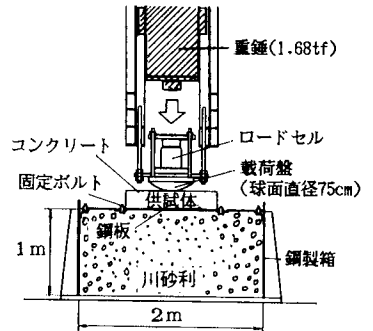


図2. 载荷状況

表1. 供試体の種類と载荷位置

供試体 No.	鋼板厚 t_p (mm)	コンクリート厚 T (mm)	ジベル 径(mm)	本数	载荷点
鋼板型 I	9.0	—	—	—	中央
		—	—	—	継手中央
		—	—	—	継手横
合成型 II	6.0	100	300	16	中央
		200	600	4	中央

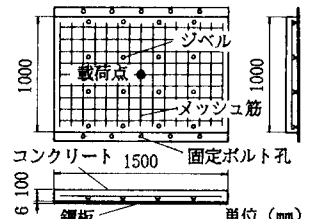


図3. 合成型供試体(No. II-1)

表2. 衝撃荷重と最大変位

供試体 No.	落下回数 N(回)	落下高 H(m)	衝突速度 V(m/sec)	最大荷重 P _{max} (tf)	載荷時間 t ₁ (ms)	最大変位 δ _{max} (mm)	
I	1	1.0	—	—	—	25	
	2	1.0	3.5	143	1.20	35	
	3	4.4	9.1	236	1.25	—	
	4	4.4	9.1	860	1.00	—	
	5	4.2	8.7	573	1.00	—	
	6	1.0	3.1	—	1.50	105	
	2	1	5.5	10.2	1060	1.30	81
	2	2	5.5	10.2	1059	1.35	108
	3	1	5.5	10.0	1158	1.00	93
	2	2	5.5	10.0	1158	1.00	121
	1	1	4.8	9.2	—	1.35	51
	2	2	5.1	9.4	683	1.98	70
II	3	5.2	9.9	845	2.10	78	
	1	5.5	—	—	—	49	
	2	2	5.5	10.2	909	1.50	76
	3	3	5.5	10.3	1132	1.50	95

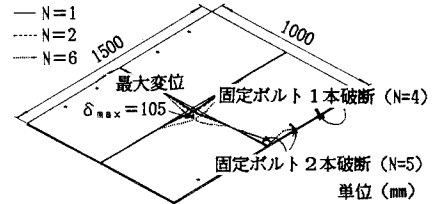
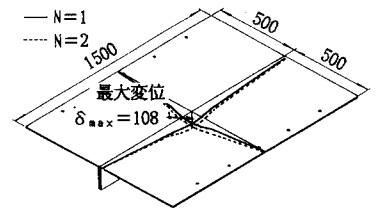
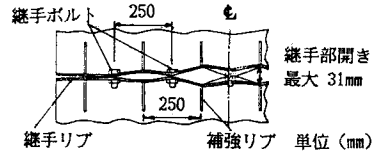


図4. 鋼板型単体の変形状況 (No. I-1)



(a) 鋼板の変形状況



(b) 継手部分の開き (N=2)

図5. 鋼板型継手の変形状況 (No. I-2)

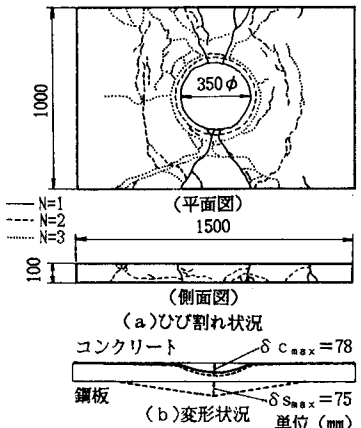


図6. コンクリート版のひび割れ状況および合成版の変形状況 (No. II-1)

に示すように、鋼板部の塑性領域が増すとともに、継手

部の開きが漸増した。また、継手部から150mm離れた箇所への偏心衝撃載荷（供試体 No. I-3）では、載荷側鋼板の塑性変形とともに継手リブが継手ボルト直上で曲げ変形を示すことから、継手部の開きは小さかった。これは載荷による供試体の鉛直方向の変形とともに、鋼板に水平方向の引張力が作用するためと考えられる。いずれの結果においても鋼板および継手ボルトの破断が見られないことから、鋼板型の設計では中詰材の流出防止のために継手部の開きを抑えれば良いこと、その際には鋼板の降伏に伴う引張力を考慮すること、などが明らかとなった。

(4) 合成型：コンクリート被覆版厚 100mm の供試体 No. II-1では、衝撃載荷により、図6に示すようにコンクリート部が押し抜きせん断破断と圧壊を示し、落下回数の増加につれ破壊領域が増加する。また、版厚 200mm の供試体 No. II-2 の場合では曲げ破断が主である。これらの差異は各供試体での曲げ抵抗（鋼板とコンクリートとの合成の程度）とコンクリートの押し抜きせん断抵抗の大小に依存している。なお、鋼板部は両者とも破断せず、変形量も当然ながら鋼板型より小さい。すなわち、被覆コンクリートが破壊することにより衝撃エネルギーを吸収するため、合成型は鋼板型より破壊寿命を向上させることができる。以上より、合成型では、セル殻の運搬、組立、施工性、経済性、セル殻の摩耗などを考慮して、コンクリート厚、ジベルピッチなどを決定することが必要であろう。

4. あとがき

セル型鋼製砂防ダムの実用性を確認するため、実大部分模型への衝撃載荷実験を行った結果、以下のことが明らかとなった。

①鋼板型単体は、数回の衝撃載荷でもセル殻が破断せず、また、ボルト接合の継手部は載荷とともに継手部に開きが生じるが、中詰材の流出防止は可能である。

②合成型では、コンクリートと鋼板の合成の程度によりコンクリート版の破壊形式が異なるが、コンクリート版により鋼板の変形が抑制される。

今後、安全性、破壊寿命に応じたセル殻型式につき、さらに検討予定である。

参考文献

- (1) (社)日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，昭和54年3月
- (2) 喜田他：セル型鋼製砂防ダムの実大部分模型に対する衝撃載荷実験，昭和63年度砂防学会研究発表会，1988.5
- (3) 水山他：鋼矢板セグメントに対する衝撃載荷試験，新砂防（投稿中）
- (4) (財)沿岸開発技術研究センター：根入れ式鋼板セル設計指針，昭和60年10月