

北海道開発局技術研究発表会
『新技術セッション』

落石衝撃緩衝工法

GIB[®] 工法

Ground cell Impact Buffered

国土交通省NETIS登録

HR-150006-A

 **GIB工法研究会**

2019年2月22日

発表者 技術部会 大山亮貴

GIB工法とは

1

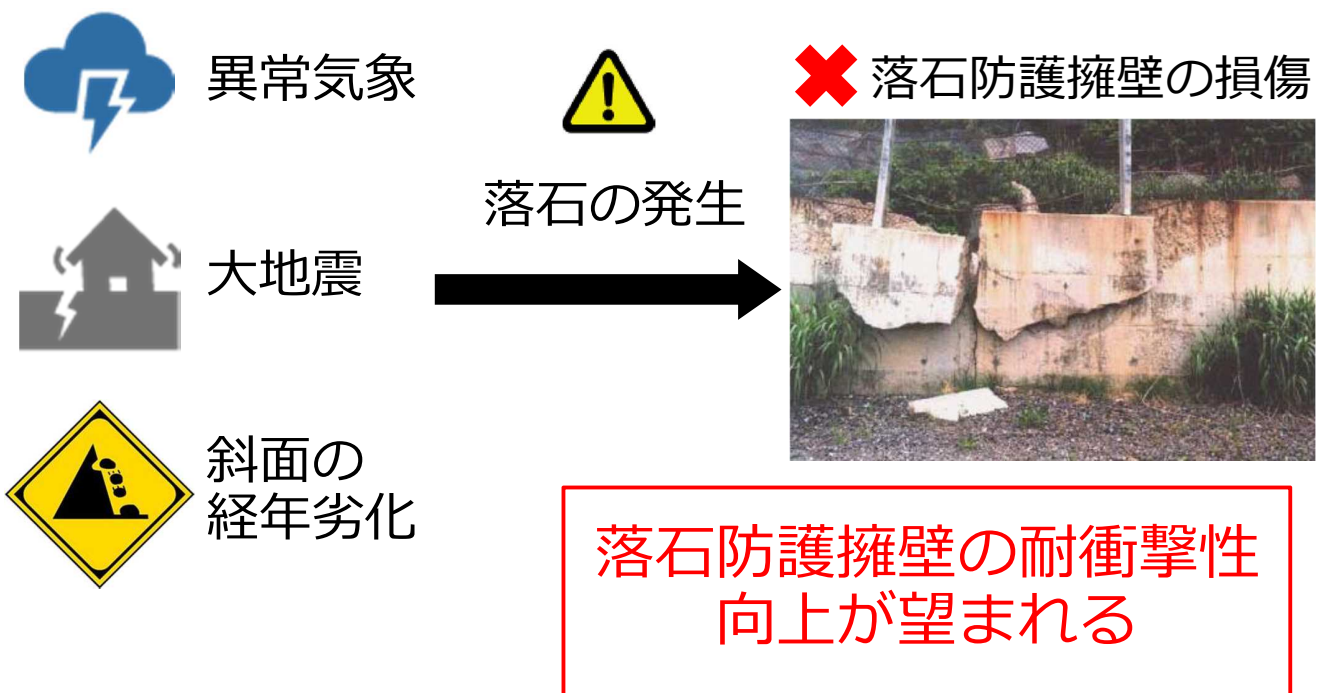
GIB[®] 工法

Ground cell Impact Buffered

GIB工法とは、落石防護擁壁の受撃面にジオセルを用いて落石の衝撃エネルギーを効率的に緩衝させることで、耐衝撃性能を向上させます。これにより、二次被害などの軽減や既存擁壁のストック有効利用できる今までにない衝撃緩衝工法です。

□室蘭工業大学との共同研究
(実物実験・データ解析より
緩衝性能を実証済み)

近年の異常気象（豪雨・台風）による斜面の洗掘・崩壊
斜面の経年劣化、斜面危険度の再評価



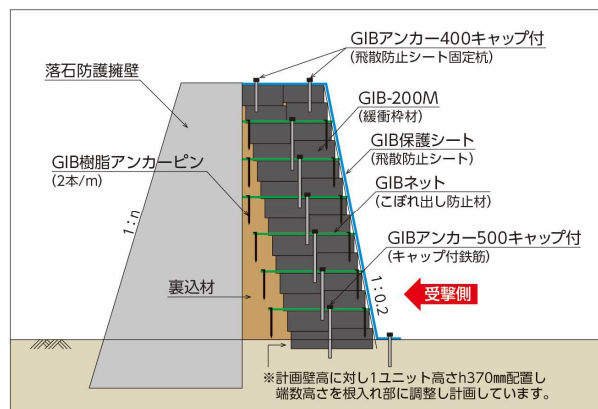


耐衝撃性向上⇒衝突面に緩衝体を設置

ジオセル緩衝体 (GIB工法)



実験的・数値解析的 検討

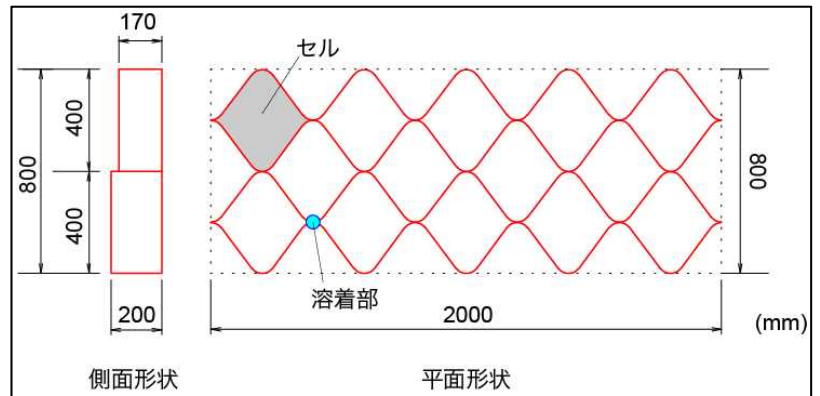


ジオセルに碎石を充填し、段積みすることで落石防護擁壁背面に壁状の緩衝体を構築する落石衝撃緩衝工法。

- 高密度PE製
- 溶着により結合
- 形状寸法

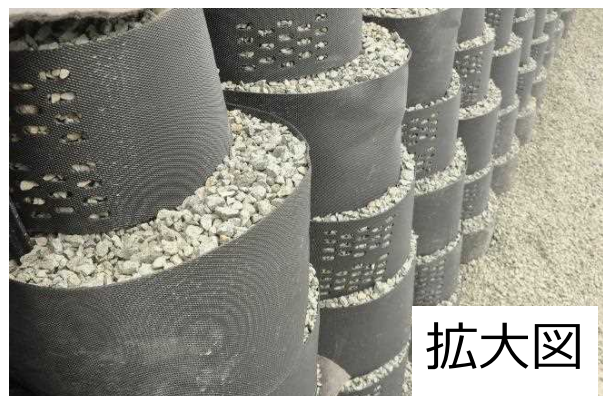
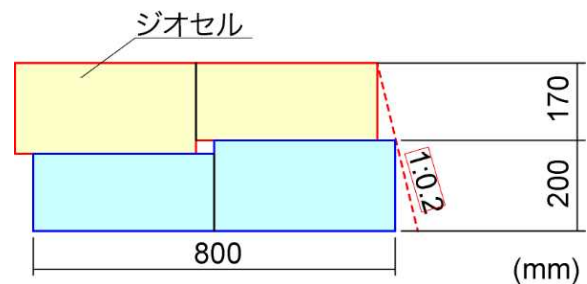


奥行き : 800 mm
 幅 : 2000 mm
 高さ : 170 mm
 200 mm



ジオセル緩衝体

高さの違いを利用し積層



拡大図



(1) ジオセルの設置
(下段)



(2) 中詰材投入・転圧
(下段)



(3) ジオセル設置
(上段)



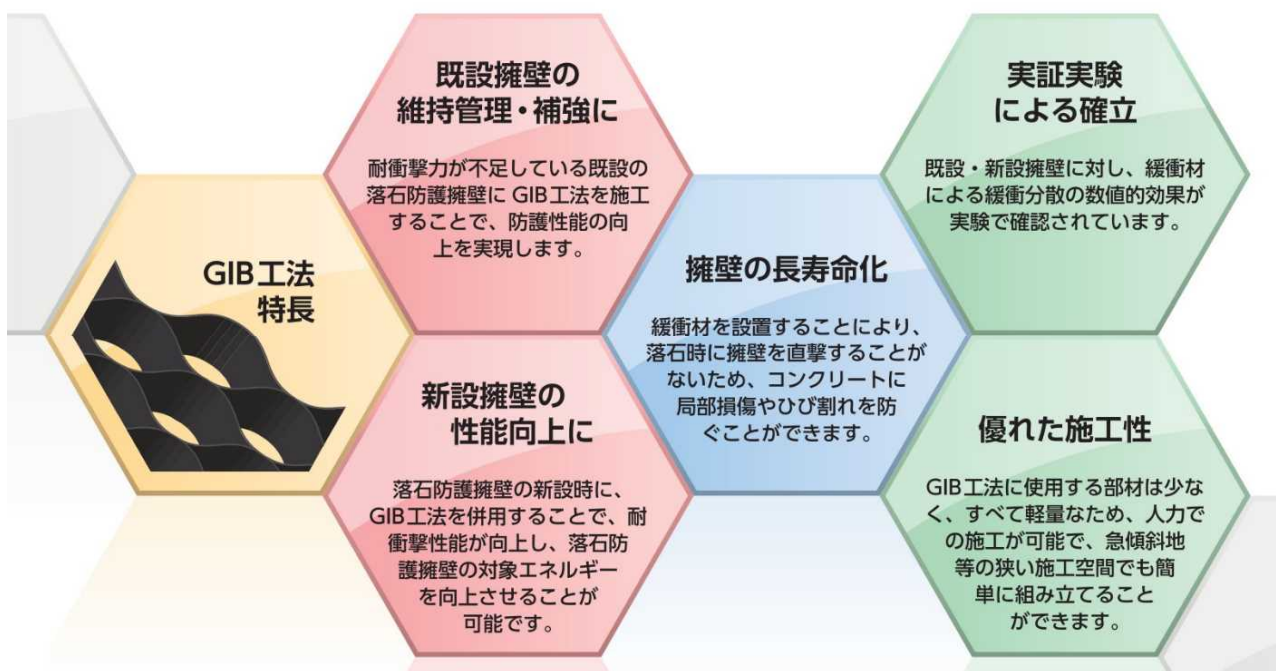
(4) 中詰材投入・転圧
(上段)

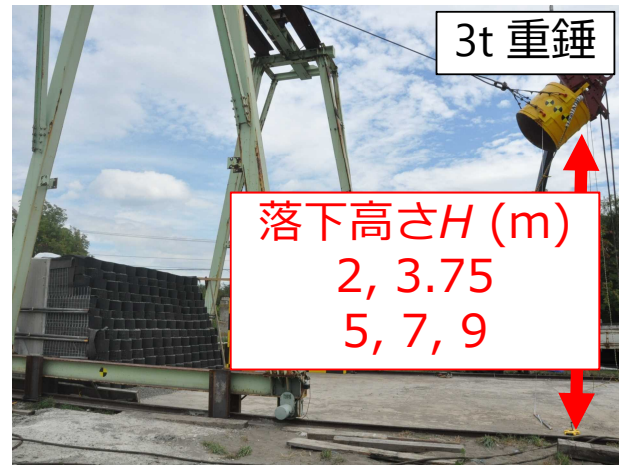
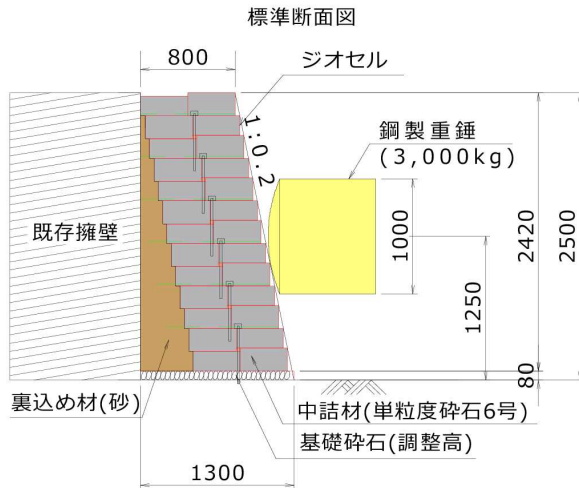


(5) ジオネット敷設



(6) 鉄筋アンカーの打設





中詰材
(碎石6号)



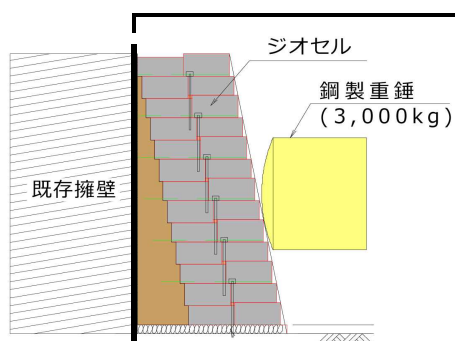
裏込め材
(細目砂)



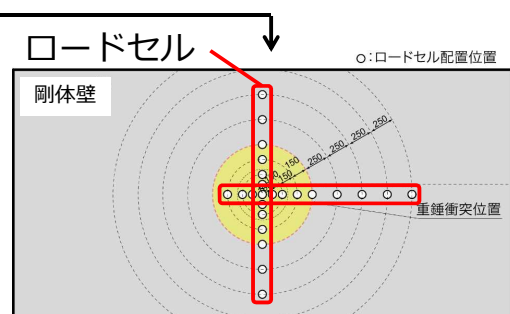
重錘衝撃力



重錘衝突速度・重錘貫入量



伝達衝撃応力



伝達衝撃応力測定用ロードセル衝突位置を中心に24個配置

実験 ケース	重錘 重量 (kN)	落下 高さ (m)	緩衝体 (中詰材)	実測重錘 衝突速度 (m/sec)	入力 エネルギー (kJ)
No.1	30	2.00	ジオセル 緩衝体 (単粒度碎石 6号)	6.31	59.0
No.2		3.75		8.74	114.3
No.3*		5.00		9.61	138.5
No.4		7.00		12.37	233.3
No.5		9.00		13.42	273.3
No.6**		7.00		12.12	220.3

* : 緩衝体の部分的修復 ** : 緩衝体の修復なし

No.3*はNo.2の実験後、損傷が軽微で部分修復をして、載荷である。

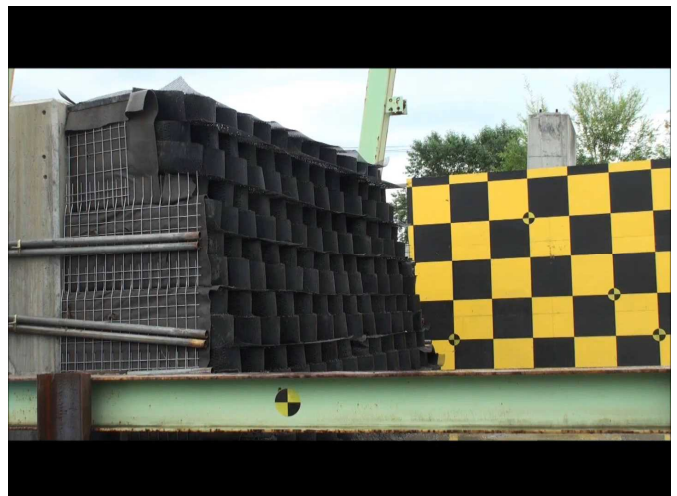
No.6**は H9.0 を実施した後、試験体を補修することなく落下させた連続載荷である

実験動画 (H = 9.0 m)

13

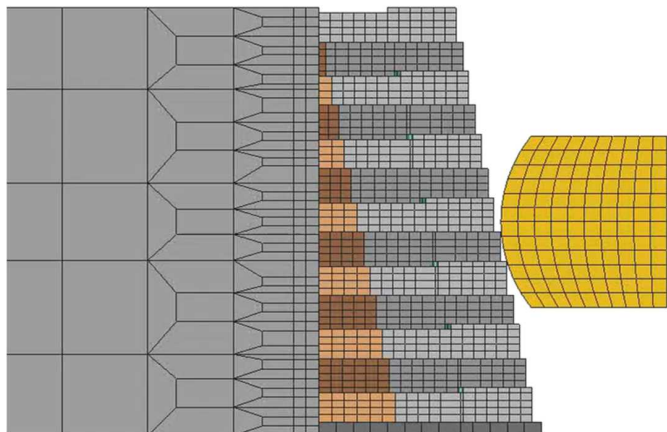


全景



ジオセル緩衝体

解析



実験



緩衝体の破損状況

H= 2.0 m



H= 5.0 m

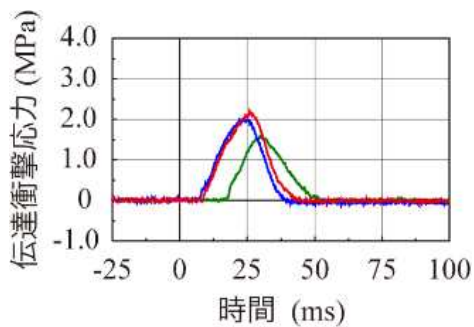
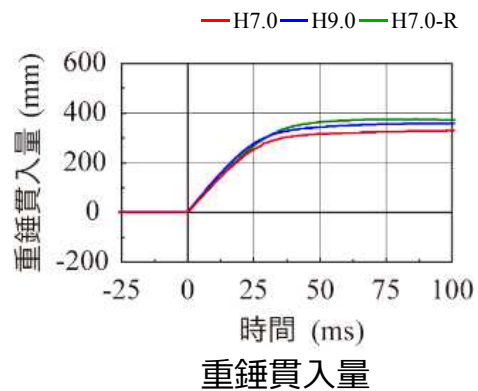
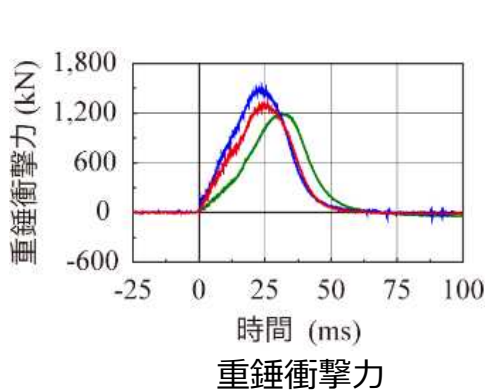


H= 7.0 m

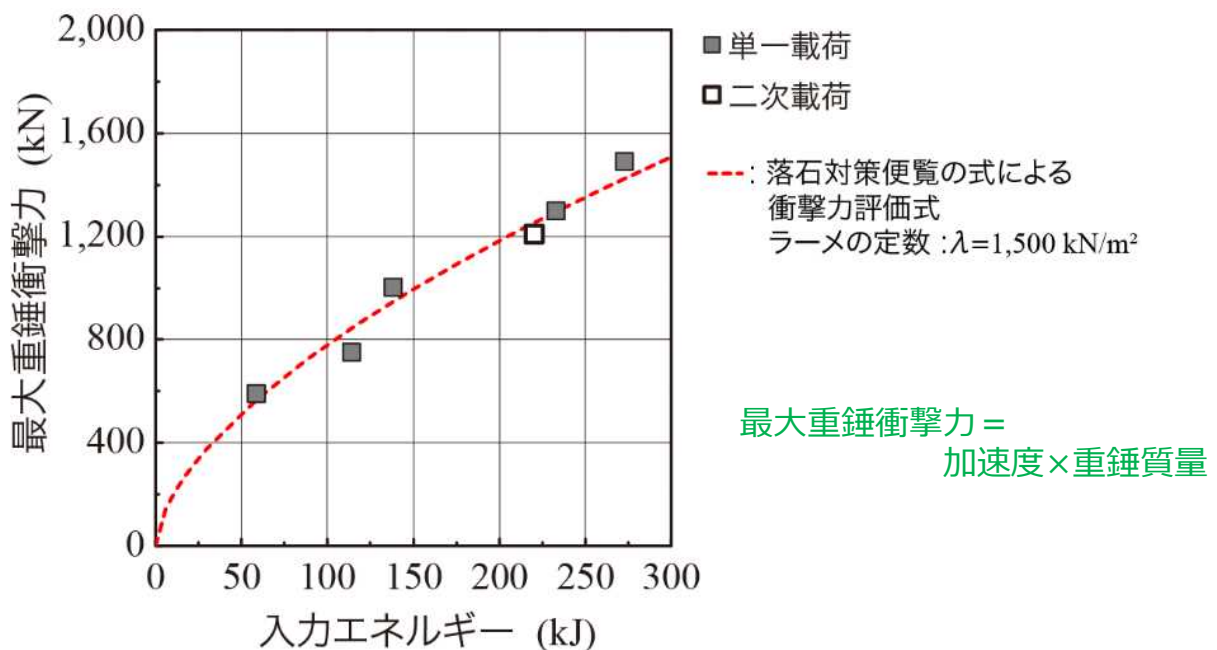


H= 9.0 m





実験ケース	最大重錘衝撃力 (kN)	最大重錘貫入量 (mm)	最大伝達衝撃応力 (Mpa)
H7.0	1,298	347	2.09
H9.0	1,468	357	2.00
H7.0-R	1,206	376	1.59



$$P_{max} = 2.108(m \cdot g)^{2/3} \cdot \lambda^{2/5} \cdot H^{3/5}$$

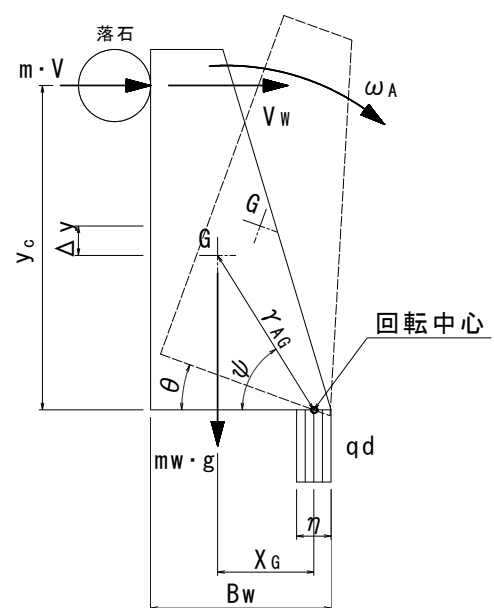
- 270 kJ 程度の入力エネルギーに対しても **十分に緩衝効果**を発揮する。
- 連続载荷時においても初期载荷と **同等の緩衝効果**を発揮する。
- 重錘貫入量は、ジオセル厚さ800mmの**半分にも達しない**。
- 振動便覧式を用い、ラーメの定数を**1,500kN/m²**とすることで算定可能である

擁壁の安定性確認についての考え方

落石防護擁壁の安定性の検討は、落石が防護擁壁に衝突した場合、その運動エネルギーが擁壁の回転による重心上昇で位置エネルギーに変換されるとみなす、動力的照査で行う。

この方法で照査するにあたり、必要なパラメータは落石の衝突時速度と落石の反発係数である。

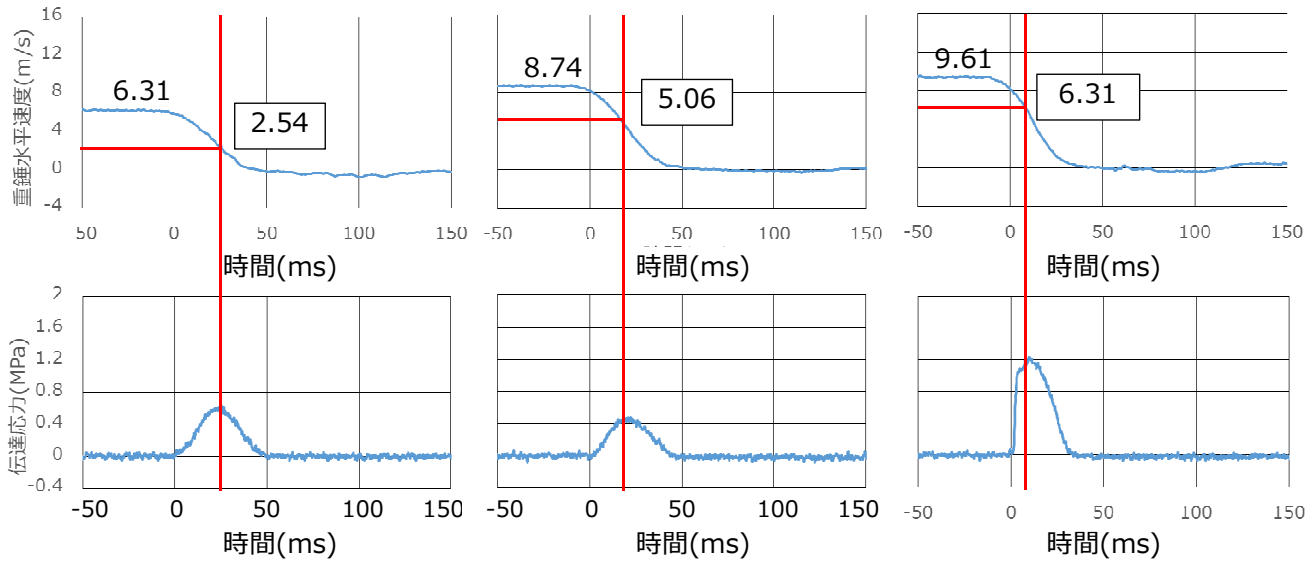
したがって、実験結果から得られたデータの中から、衝突速度と反発係数に着目した。
次のスライドで重錘速度と伝達応力の時刻歴グラフを示す。



No.1(H=2.00m)

No.2(H=3.75m)

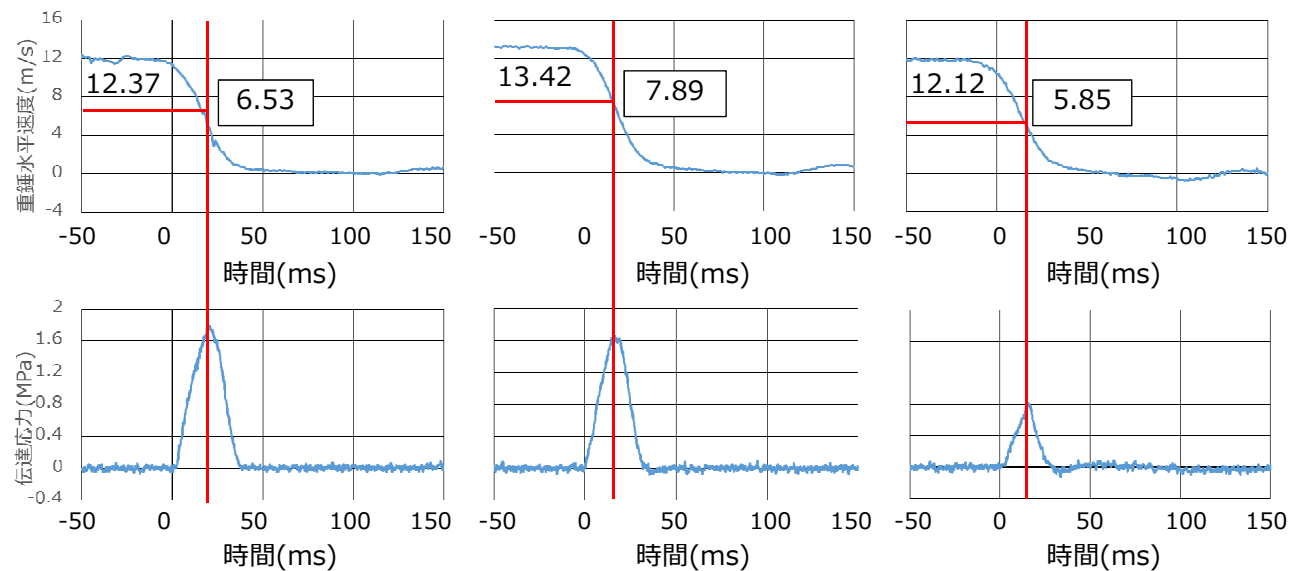
No.3(H=5.00m)



No.4(H=7.00m)

No.5(H=9.00m)

No.6(H=7.00m)



実験 ケース	重錘 重量 (kN)	落下 高さ (m)	実測重錘 衝突速度 V_0 (m/sec)	最大応力時 重錘速度 V_m (m/sec)	比率 V_m / V_0
No.1	30	2.00	6.31	2.54	0.40
No.2		3.75	8.74	5.06	0.58
No.3 *		5.00	9.61	6.31	0.66
No.4		7.00	12.37	6.53	0.53
No.5		9.00	13.42	7.89	0.59
No.6 **		7.00	12.12	5.85	0.48

* : 緩衝体の部分的修復 ** : 緩衝体の修復なし

最大応力時重錘速度 (V_m) は実測重錘衝突速度 (V_0) の
40~59%の範囲となる

反発係数

No.4 (H=7.00m)



高速度カメラの映像でも、ジオセル緩衝体への衝突時
反発はほぼ生じていない

- コンクリート製剛体壁への伝達応力が最大となる時点において、重錘速度は衝突時速度の60%以下に低減する。
エネルギー換算すると36% ($0.6 \times 0.6 = 0.36$) 以下に低減される。

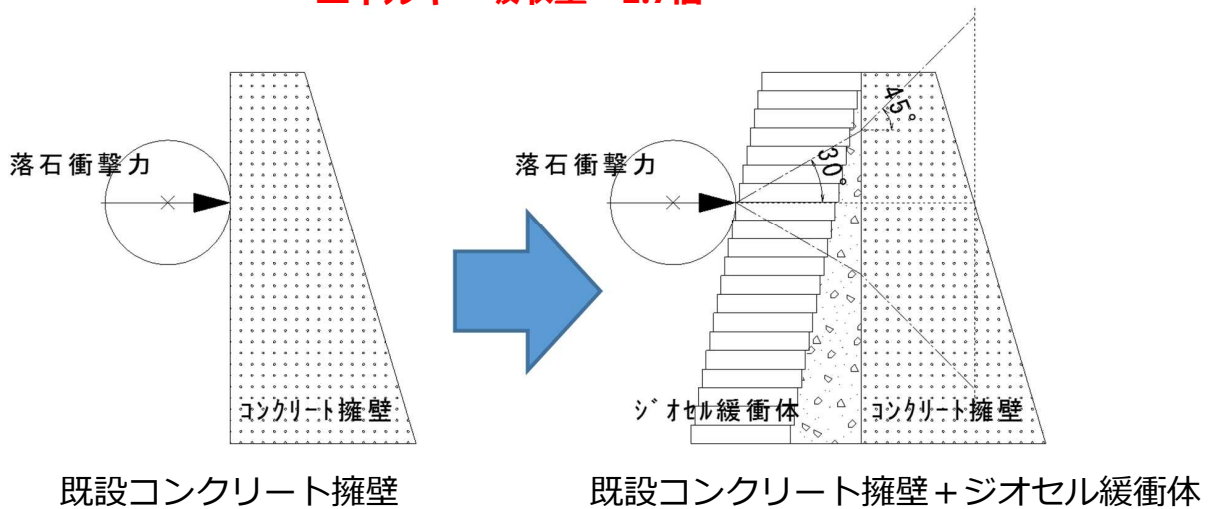
($E = 1/2 \cdot m \cdot V^2$ より)

したがって、

エネルギー吸収能力の観点からジオセル緩衝体をコンクリート製落石防護擁壁に設置することで、吸収エネルギーが約2.7倍 ($0.36 \div 1.0$) に増加する。

- 重錘の反発は極めて少なく、反発係数はほぼゼロと考えられる。

エネルギー吸収量 2.7倍



例) 落石対象物 = 150 kJ
既設擁壁 = 100 kJ
よって **150 > 100 ... NG**

既設擁壁 + 緩衝体 = 100×2.7 kJ
= 270 kJ
よって **150 < 270 ... OK**

□適用可能な範囲

- ・緩衝体高さは8m以下であること
(緩衝体の安定計算上の理由)
- ・緩衝体の積層勾配は1 : 0.2より緩いこと
(施工上の理由)
- ・緩衝体の施工ヤード・設置スペースがあること
(施工ヤード 3m幅×10m長程度)
(設置スペース 2m幅程度)



GIB工法研究会

技術の問い合わせ先

本部事務局 (和光物産株式会社)

新潟市中央区関新1-2-34

TEL.025-378-5037 FAX.025-233-3122

E-mail: info@gib-koho.com

北海道事務局 (日本サミコン株式会社札幌支店)

札幌市厚別区大谷地西1-10-1

TEL.011-892-3381 FAX.011-892-8327

E-mail: info_hok@gib-koho.com

ご清聴ありがとうございました

メンテナンス(補修方法1)

落石発生時にジオセル緩衝体が破損箇所の補修（実証実験にて確認済）



重錘落下



落下後破損



破損部の拡大

補修状況



補修シート

切断箇所をビス接続

落石発生時にジオセル緩衝体が破損箇所の補修 (実証実験にて確認済)



補修状況



実験 再度重錘落下



中詰材投入



補修箇所



補修箇所の切断なし

破損状況

従来との比較

	新工法 GIB工法(落石衝撃緩衝工法)	従来工法 現場打ち重力式コンクリート擁壁
経済性	施工延長100m 壁高3.5m(ジオセル緩衝高3.3m) 対象エネルギー300kJ 17,400,000円 (42.5%向上)	施工延長100m 壁高3.5m 対象エネルギー300kJ 30,940,000円
工期・工程	25日 (43%減少)	44日
施工性	単純作業で所定まで繰返し作業 雨天でも施工可能 (材料は雨天の影響がないもの)	コンクリートの養生 雨天時は施工できない。または 雨天用仮設対策が必要

注意：従来工法は、既設擁壁を撤去し新たな対象エネルギーに対して新設を行った場合とする。