

重力式岸壁に関する 妥当性確認事例

(国研)海上・港湾・航空技術研究所
港湾空港技術研究所

大矢陽介

1

検討対象の事例

菅野高弘, 小濱英司, 塩崎禎郎, 宮田正史, 野口孝俊: 岸壁挙動への長周期・長継続時間地震動の影響に関する模型実験および解析, 海洋開発論文集, 第24巻, pp.219-224, 2008.

背景

- 近年の設計実務において、震源断層や堆積地盤等の影響を考慮した、任意の地点における設計入力地震動を用いることが多くなっている
- 想定サイトによっては、非常に長い周期成分や長い継続時間を有した地震動が想定されることがある

目的

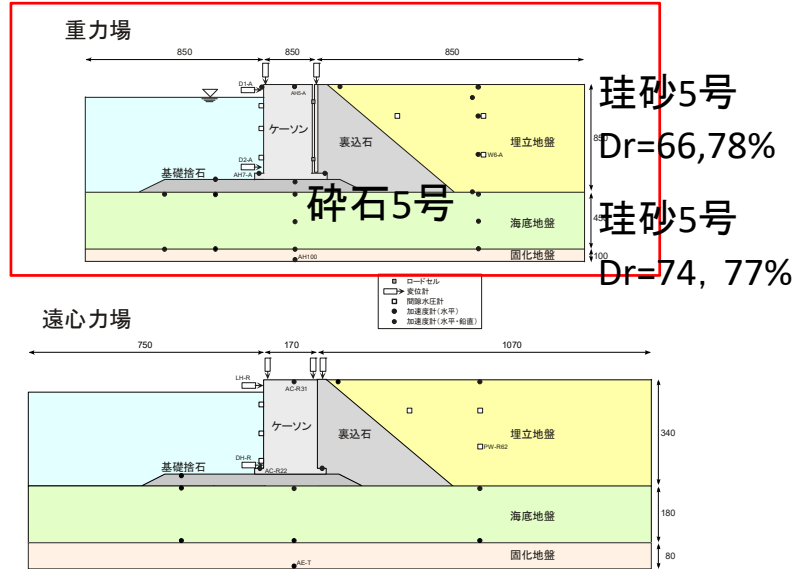
- 地震動の長周期成分および長継続時間がどのように岸壁変形に影響するかについて検討
- 同じ解析条件で、八戸波と、長周期・長継続時間のシナリオ波の実験結果をともに再現できるか？

一次元解析と同様に、地盤材料特性モデル・初期地盤モデルの妥当性確認できるか？

2

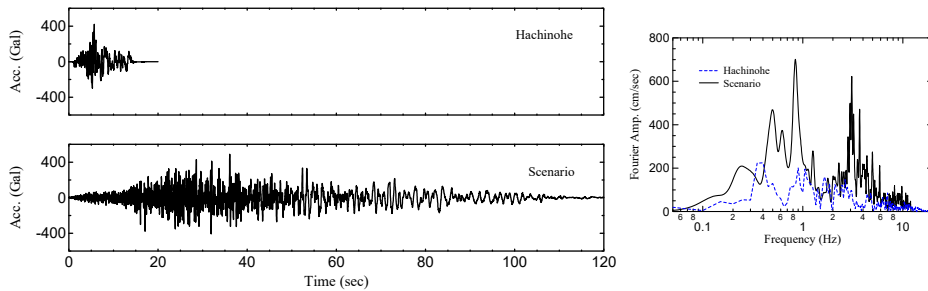
模型断面

縮尺比
1/20



3

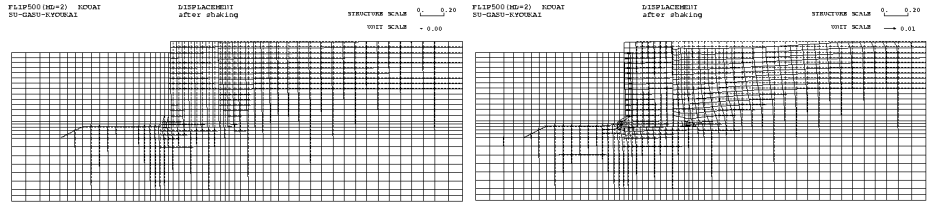
入力波形



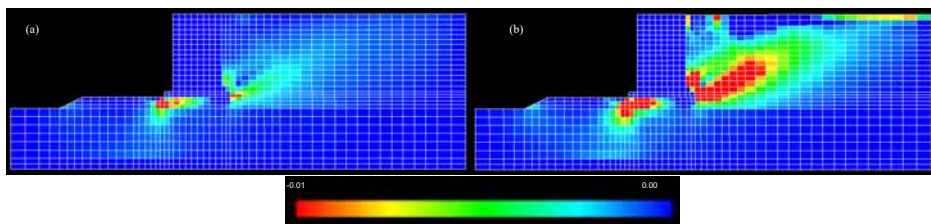
- 1968年十勝沖地震八戸波
- 1923年関東地震の震源モデルおよび羽田空港強震観測記録を基に経験的グリーン関数法により合成したシナリオ波
 - 長周期成分を含み、長継続時間

4

解析結果 (FLIP)

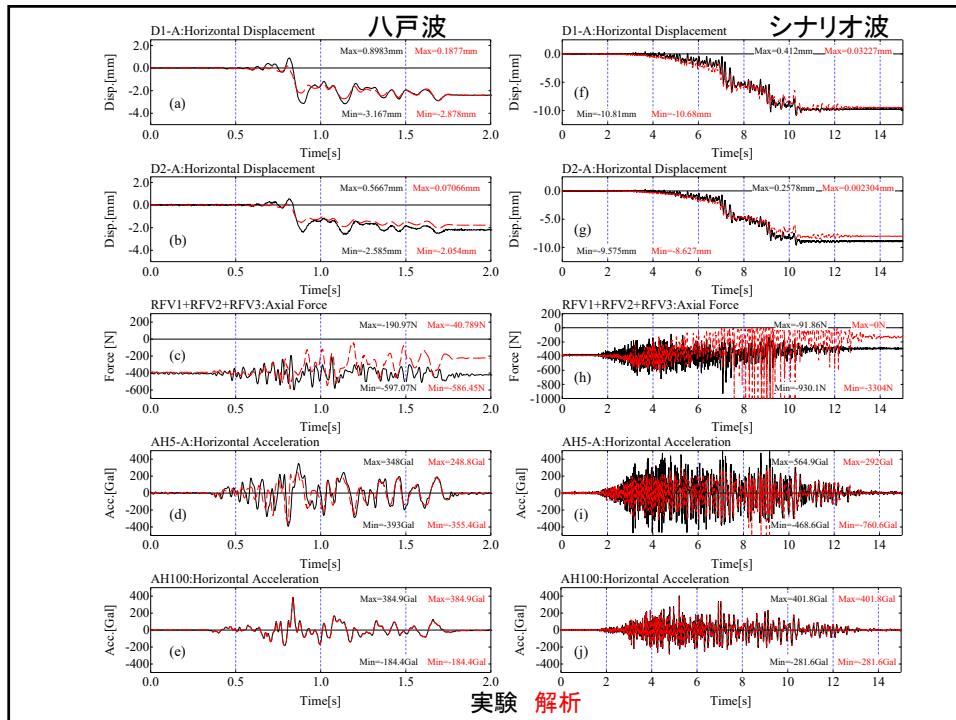


残留変形図 (左)八戸波, (右)シナリオ波



せん断ひずみ分布図(終了後) (左)八戸波, (右)シナリオ波

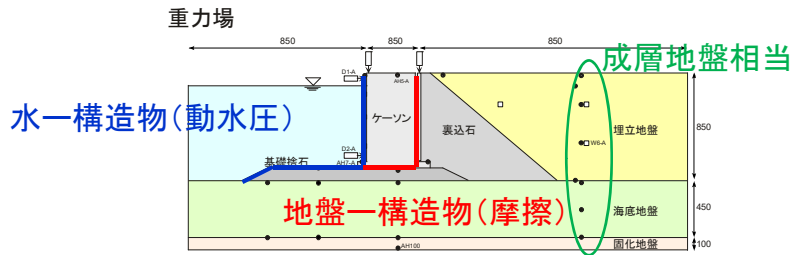
5



実験 解析

6

今回の検討内容



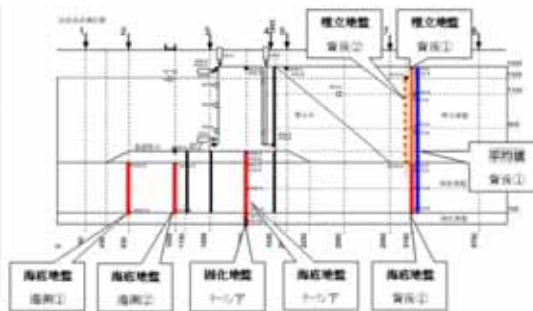
- 地盤材料特性モデルの妥当性確認
 - 繰返しせん断特性
- 初期地盤モデルの妥当性確認
 - スペクトル振幅比(固有振動数)
- 地盤一構造物間のジョイント要素の不確実性の評価
 - 試験データがない(設計値はある)→感度解析

7

模型地盤のS波速度

- パルス波加振(ピーク値評価)
- $V_s=100\text{m/s}$ 採用

	CASE-1A			CASE-2A		
	P1	P2	P3	P4	P5	
	S波速度 (m/sec)	S波速度 (m/sec)	S波速度 (m/sec)	S波速度 (m/sec)	S波速度 (m/sec)	
剛化地盤	ケーン下	51.20	68.27	102.40	68.27	102.40
海底地盤	海側①	153.60	65.70	76.80	127.70	76.80
	海側②	307.19	-83.77	-92.16	-153.60	-153.60
	ケーン下	230.40	102.40	131.62	153.60	131.62
埋立地盤	背後地盤①	184.31	131.66	153.60	153.60	153.60
	背後地盤②	124.34	79.13	82.90	79.13	82.90
【平均値】 海底地盤+ 埋立地盤	背後地盤①	80.84	90.35	90.35	80.84	90.35
	背後地盤①	140.13	91.81	98.61	95.09	103.17



8

地盤パラメータ

	単位体積 重量 γ (t/m ³)	水中単位 体積重量 γ' (t/m ³)	基準有効 拘束圧力 σ_{m0} (kPa)	基準初期 せん断弾性係数 G_{m0} (kPa)	基準体積弾 性係数 K_{m0} (kPa)	内部 摩擦角 ϕ (deg)	最大減衰	間隙率
基礎捨石 (水中)	1.936	0.936	8.0	25900	67543	55.1	0.16	0.423
裏込石 (水中)	1.772	0.772	4.0	9350	24383	53.9	0.20	0.517
裏込石 (気中)	1.255	—	4.0	9350	24383	53.9	0.20	0.517
埋立土 (水中)	1.901	0.901	20.0	45500	118657	41.1	0.30	0.454
埋立土 (気中)	1.447	—	20.0	45500	118657	41.1	0.30	0.454
海底地盤 (水中)	1.919	0.919	20.0	45500	118657	41.1	0.30	0.443

- 一次元地盤モデルのパラメータとほぼ同じ
 - FLIPマルチスプリングモデル

9

ジョイント要素の設定

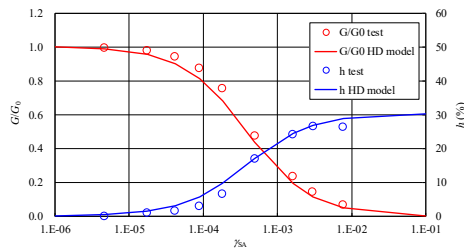
- 港湾分野では一般的な設定
 - 震度法設計由来？
 - $\phi_f = 31$ 度は静止摩擦係数0.6(コンクリートと捨石)相当

ジョイント 位置	法線方向 剛性 K_n (kPa/m)	接線方向 剛性 K_t (kPa/m)	粘着力 c_J (kPa)	摩擦角 ϕ_J (°)
ケーソン底面	1.0×10^6	1.0×10^6	0	31
ケーソン背面	1.0×10^6	1.0×10^6	0	15

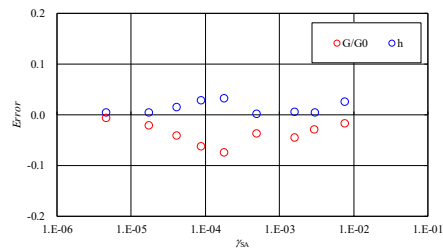
10

地盤材料特性モデルの妥当性確認

- 繰返しせん断特性の試験結果に対する推定誤差
- 中空ねじり試験, 珪砂5号, $Dr=70\%$, $\sigma'_v=20\text{kPa}$ (2001年度)



繰返しせん断特性



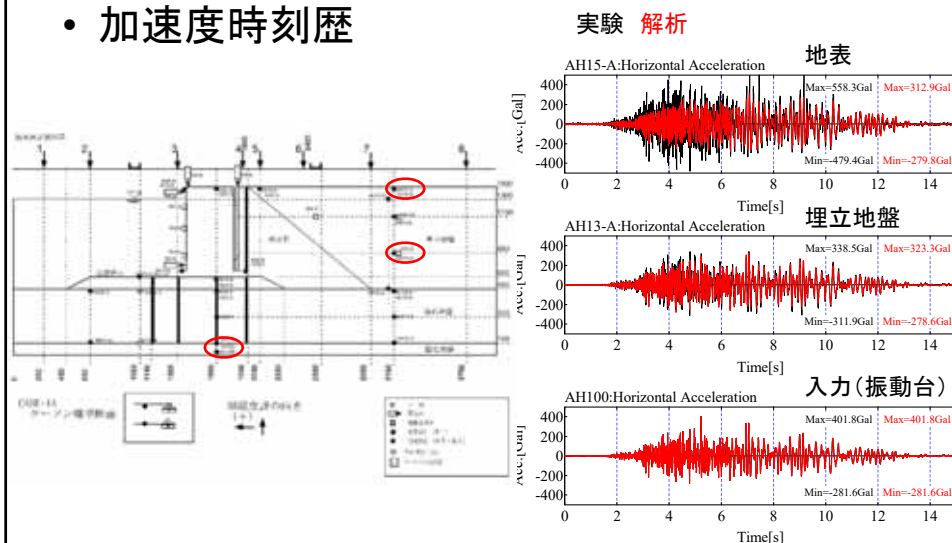
繰返しせん断特性と材料モデル(HDモデル)による推定値との差

- マルチスプリング, 初期せん断(K_0)の影響

11

初期地盤モデルの妥当性確認

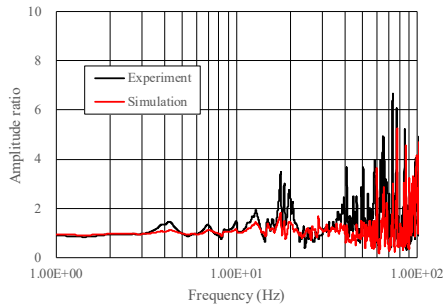
- 加速度時刻歴



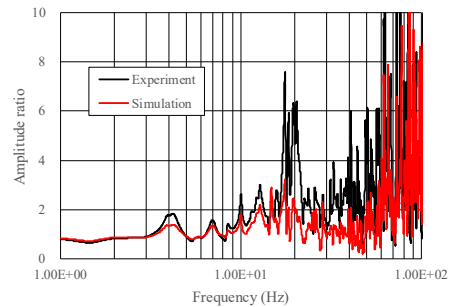
12

初期地盤モデルの妥当性確認

- スペクトル振幅比 (4sまで)
- $V_s=100\text{m/s}$, $H=1.5\text{m} \rightarrow f=13\text{Hz}$



埋立地盤／振動台

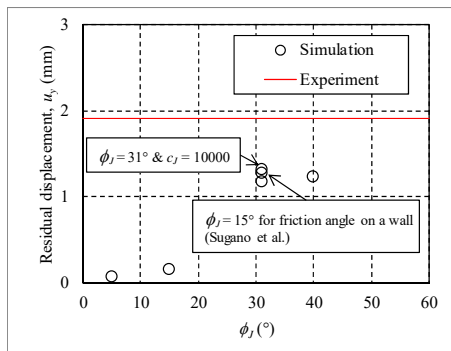
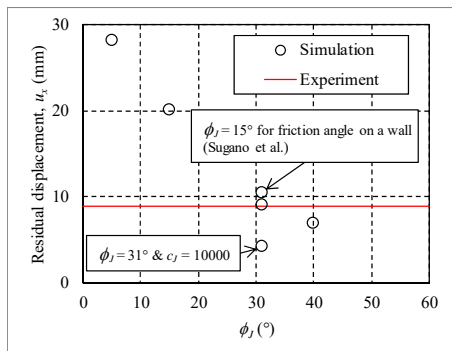


地表面／振動台

13

ジョイント要素 ϕ_f の検討

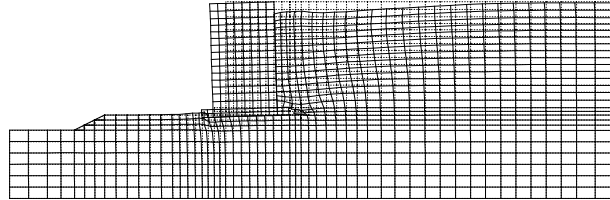
- $\phi_f=5, 15, 31$ (背面は15, 基本), $31, 40$ 度



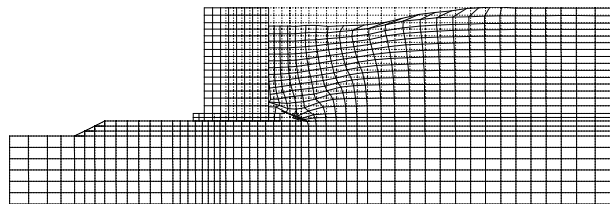
14

変形図

- $\phi_f=31$ 度(背面15度)(基本)



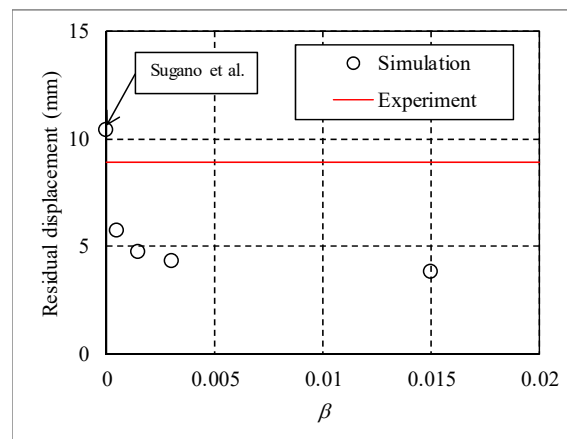
- $\phi_f=15$ 度



15

ジョイント要素 β の検討

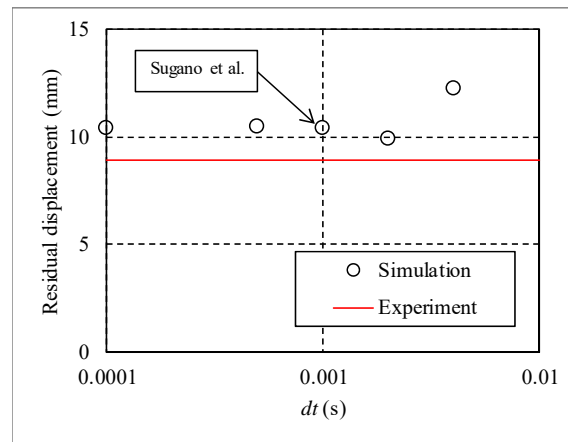
- レーリー減衰のパラメータ β ($[C]=\alpha[M]+\beta[K]$)
- $\beta=0$ (基本), 0.0005, 0.0015(全体と同じ), 0.003, 0.015



16

dtの検討

- dt=0.0001,0.0005,0.001(基本),0.002,0.004



17

まとめ

- 地盤材料特性モデル, 初期地盤モデルについては, 一次元解析と同様の方法で妥当性確認できる
 - 本事例は変形が小さい, 有効拘束圧が変化が小さい (液状化しない)
- 地盤—構造物系なら地盤と構造物の境界部のモデル化(本事例ではジョイント要素)の不確実性の評価も必要
- 計測できないパラメータの評価が困難
 - 設計値を使う? (安全側の設定となっている?)
 - 不確実さの定量化ができない→感度分析が必要

18