

現地調査(H24.8)

- ・被害状況の把握
- ・想定される被害の要因
- ・被災した施設の使用性

地震により受ける影響の評価方法の検討

- ・評価項目の設定
- ・評価方法の検討
 - ・構造物のモデル化
 - ・地震力設定, 地震動による影響評価

～流出油等防止堤(鉄筋コンクリート構造)の例～

評価項目 (案)	防止堤の形状		震度	表層地盤の固さ
	高さ	土被り		
パラメータ	高い(H=1000) 低い(H=500)	両土圧 片高土圧	5強 6弱 6強 7	・軟弱地盤(N値≤ 5) ・普通地盤($5 < \text{N値} \leq 15$) ・硬質地盤($15 < \text{N値}$)

調査結果

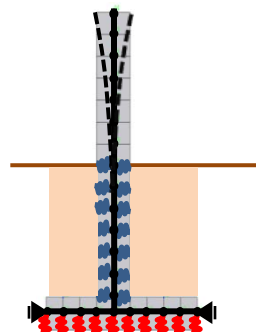
(実被害・使用性)

パラメータ解析

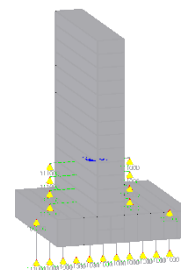
被災状況評価マトリックス(アウトプットイメージ)

	H=500			
	H=1000			
軟弱地盤	○	△	×	×
普通地盤	○	○	△	×
硬質地盤	○	○	○	△
	5強	6弱	6強	7

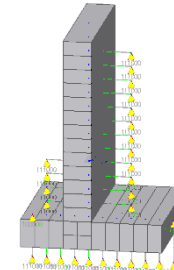
○:被害なし, △:要詳細検討, ×:被害あり



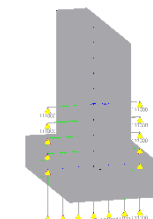
モデル化



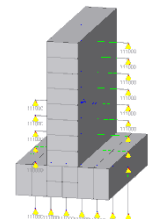
地上H=1000
両土圧モデル



地上H=1000
片高土圧モデル



地上H=500
両土圧モデル

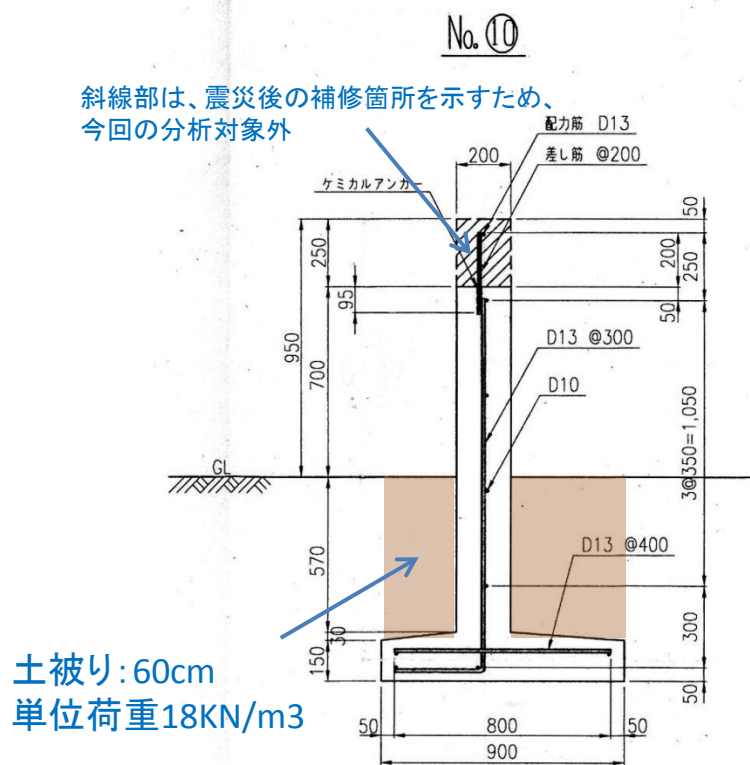


地上H=500
片高土圧モデル

対象モデル

目的:被害予測のための解析モデルの妥当性を検証するため、実被害を受けた下記構造の条件(防止堤形状、地盤条件、地震動)を基に再現解析を行う。

①防止堤断面、土被りの条件



②地盤条件

表層は、N値4程度の細砂。
地下水位GL-0.5m程度

(受領)鉄筋コンクリート造防止堤補修箇所断面図

対象モデル

③地震動の大きさ

防災科学技術研究所の管理する最寄の地震観測点記録 (IBR018)

観測点	最大加速度 gal	最大速度 kine	計測震度	震度
IBR018	650.5(EW)	37.5(EW)	5.5	6弱



(3) IBR018 鹿嶋

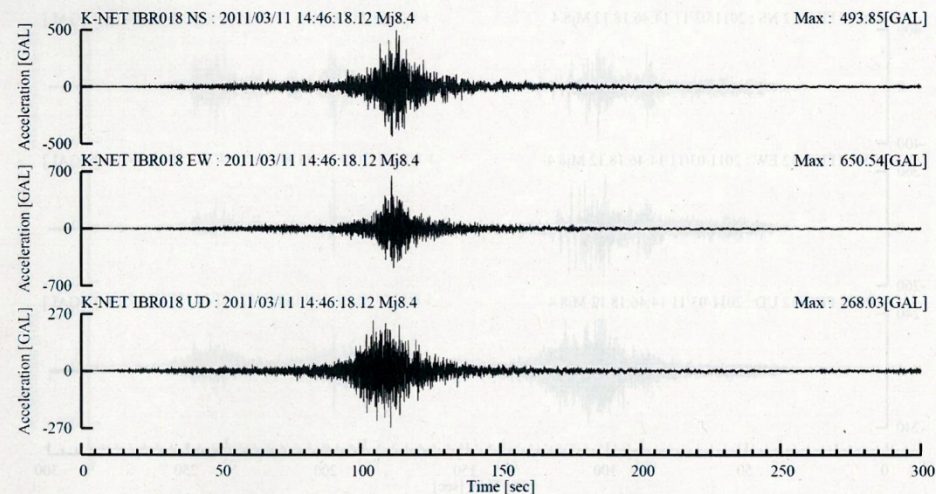


図 2-8 IBR018 鹿嶋の加速度時刻歴

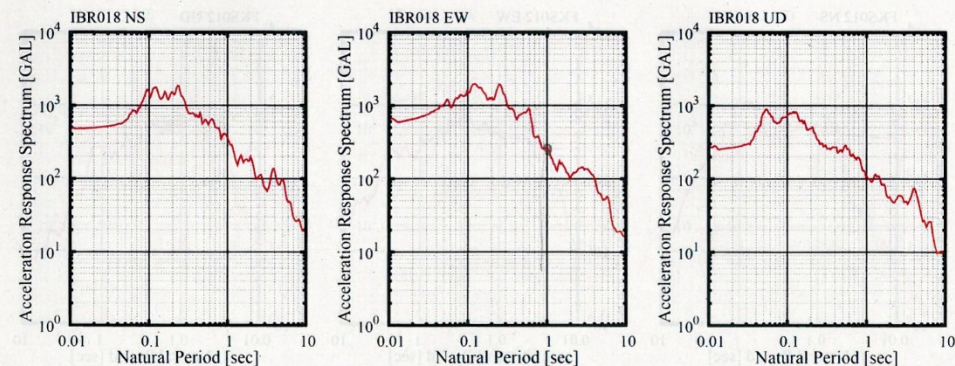


図 2-9 IBR018 鹿嶋の加速度応答スペクトル

防止堤のモデル構築

モデル化

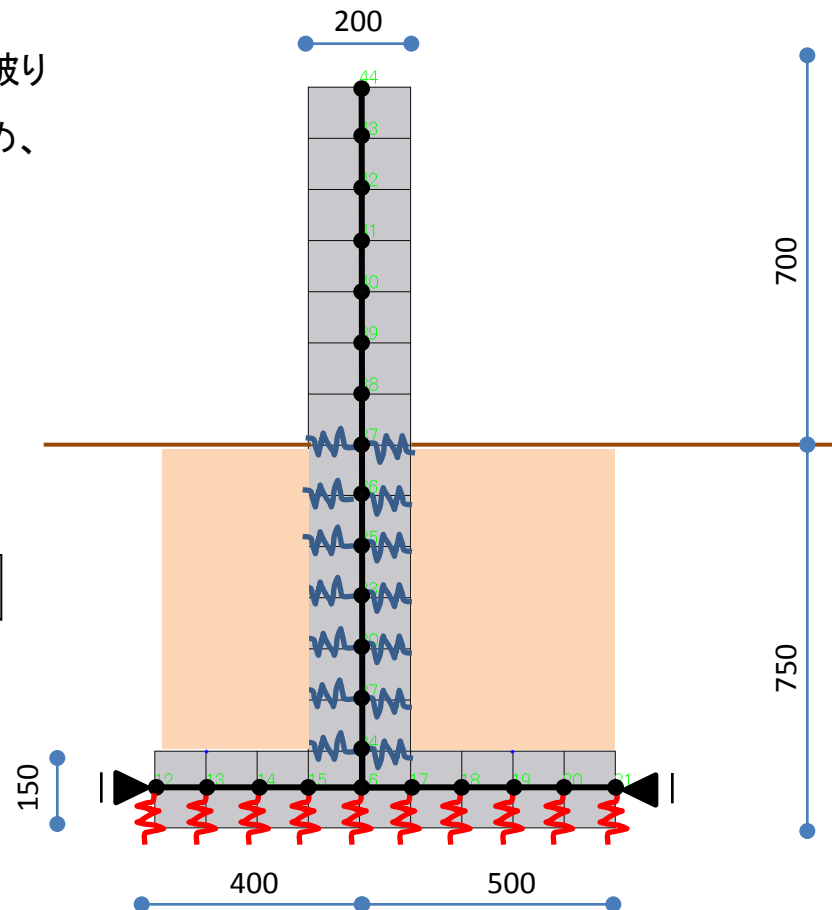
防止堤の慣性力による躯体の変形、地盤の抵抗、土被りによる拘束効果による全体系の変形角を評価するため、右図のような線材+地盤バネモデルを作成した。

- RC躯体：線材モデル（ひび割れ考慮）
- 地盤の抵抗を圧縮専用バネとして設定（弾性）
- 自重及び土被りの荷重を考慮
- 正負へ増分解析（0G~4G）

地盤バネにより、地盤の硬軟、液状化の影響を評価

 圧縮専用バネ K_v （鉛直方向地盤反力係数）

 圧縮専用バネ K_H （水平方向地盤反力係数）



解析モデル

地盤バネ及び液状化の判定

①地盤の鉛直バネKV、水平バネKHの評価

道路橋示方書2012の手法による。(地盤N値により地盤の変形係数E0を決定し算出)

対象地のN値=4

KV=30,267kN/m³, KH=47,539kN/m³

②震度とN値から、液状化判定FL値を評価

中央防災会議 被害想定における液状化判定手法※1(手法:道路橋示方書)

FL値1.0以下で液状化の可能性あり

液状化判定を行う必要がある土層

沖積層の砂質土層で以下の3つの条件全てに該当する場合には、地震時に橋に影響を与える液状化が生じる可能性があるため、液状化の判定を行う。

①地下水位が現地地盤面から10m以内にあり、かつ、現地地盤面から20m以内の深さに存在する飽和土層

②細粒分含有率

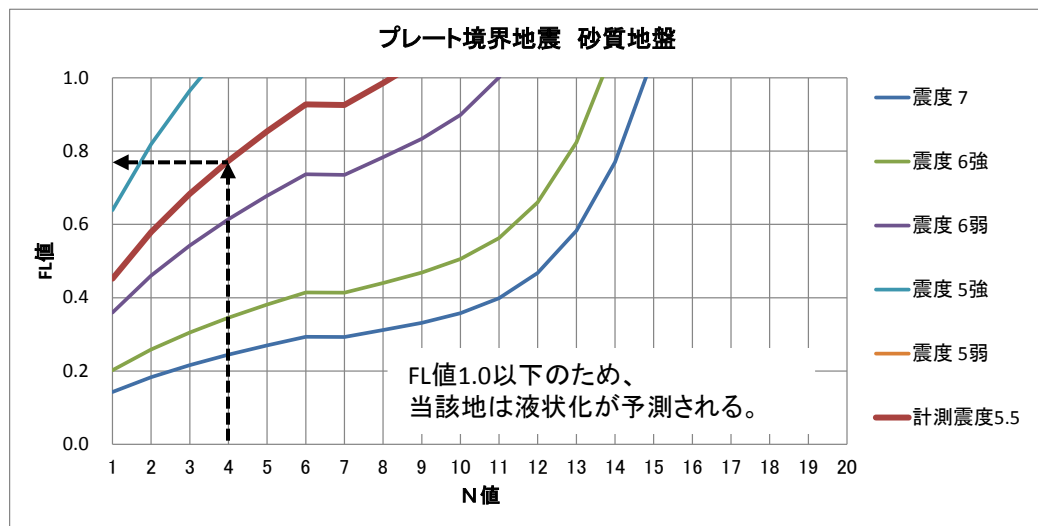
FCが35%以下の土層、又は、FCが35%を超えても塑性指数Ipが15以下の土層

③平均粒径

D₅₀が10mm以下で、かつ、10%粒径D₁₀が1mm以下である土層

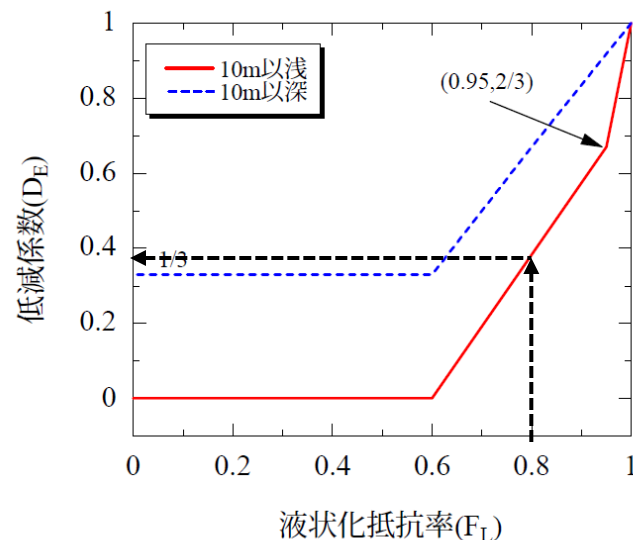
評価用前提条件:水位10m未満、Fc20%, D₅₀=0.1mm(細砂)

●地震種別(プレート境界、直下型地震)に、震度とN値から、FL値の程度が把握可能



③液状化による土の剛性低下の評価

道路橋示方書:液状化抵抗率と土の剛性低減係数の関係



FL値0.8程度の場合、地盤の抵抗バネは、0.4倍程度に低減される。

対象地は、N値=4、計測震度5.5で、

FL値0.8程度→液状化

剛性低下率→0.4程度

KV'=12,107kN/m³, KH=19,015kN/m³

現地調査において、当該地は3.11で部分的に液状化したとヒアリング

※1 中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」H18.12

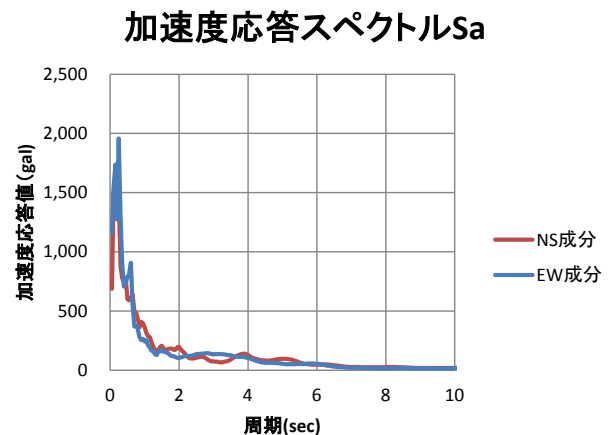
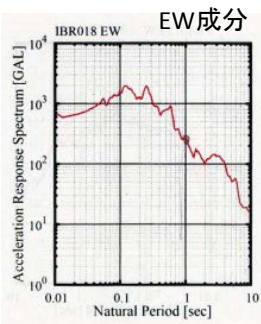
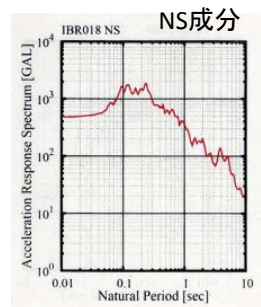
表層地盤の液状化計算手法 http://www.bousai.go.jp/jishin/chubou/taisaku_chukin/pdf/sankousiryoku5.pdf

地震動のモデル化 複合スペクトルの作成

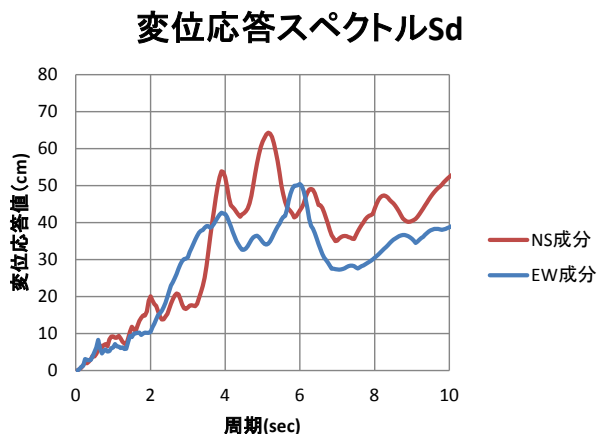
応答スペクトル法に適合させるため、観測された地震動記録から、Sa-Sd複合スペクトルを作成

②加速度応答スペクトルの作成

①IBR018(鹿嶋)観測点における3.11の観測記録

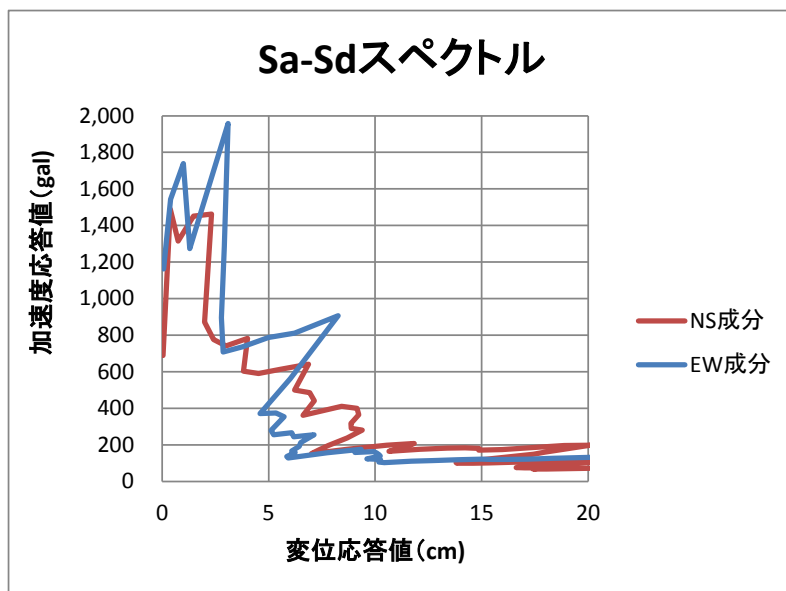


③変位応答スペクトルの作成
加速度応答値Saを $\omega=T/2\pi$ で
二回積分し、変位応答値Sdへ変換



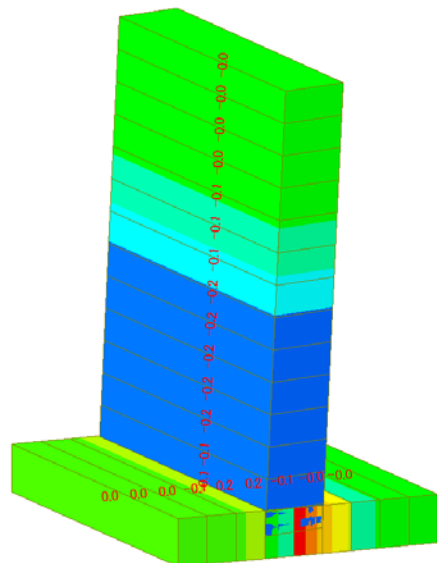
④Sa-Sd複合スペクトルの作成

・加速度応答スペクトルSa(周期-加速度関係)
・変位応答スペクトルSd(周期-変位関係)
について、周期を介してSa-Sd関係を図化したものが、Sa-Sdの複合スペクトルとなる。



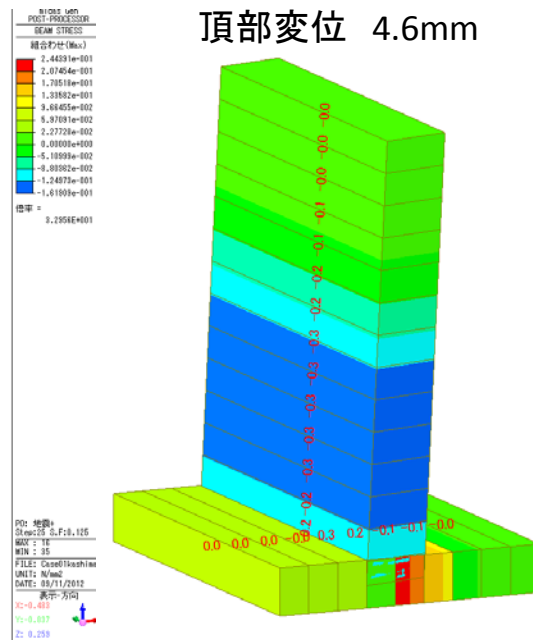
防止堤の復元力特性の作成

頂部変位 2.2mm



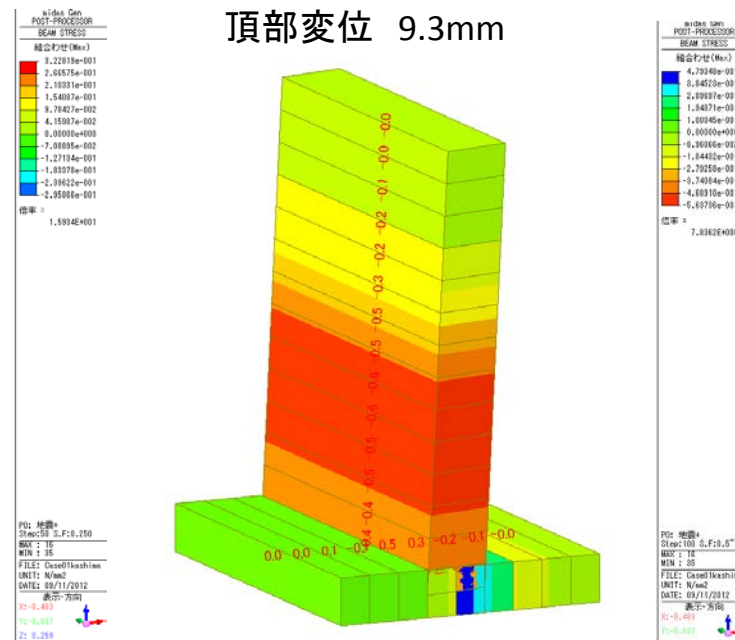
+0.5G応力度(N/mm²)

頂部変位 4.6mm

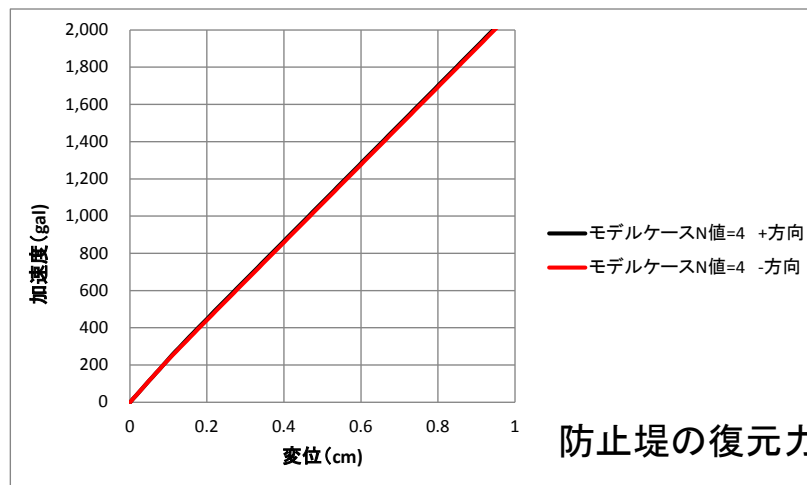


+1.0G応力度(N/mm²)

頂部変位 9.3mm



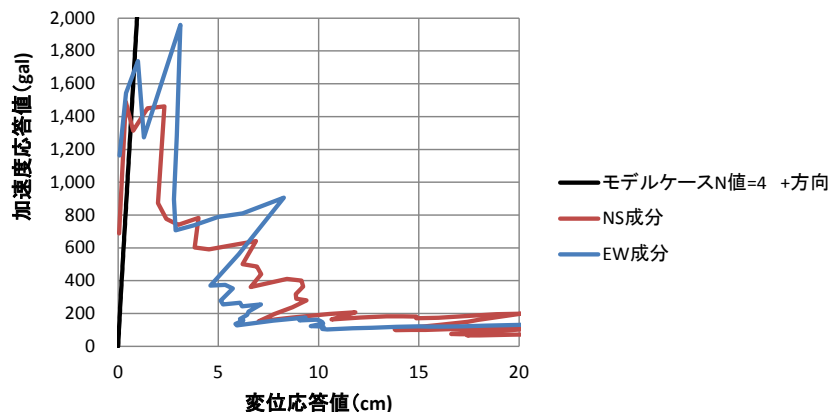
+2.0G応力度(N/mm²)



防止堤の復元力特性

複合応答スペクトルによる応答評価

Sa-Sdスペクトル

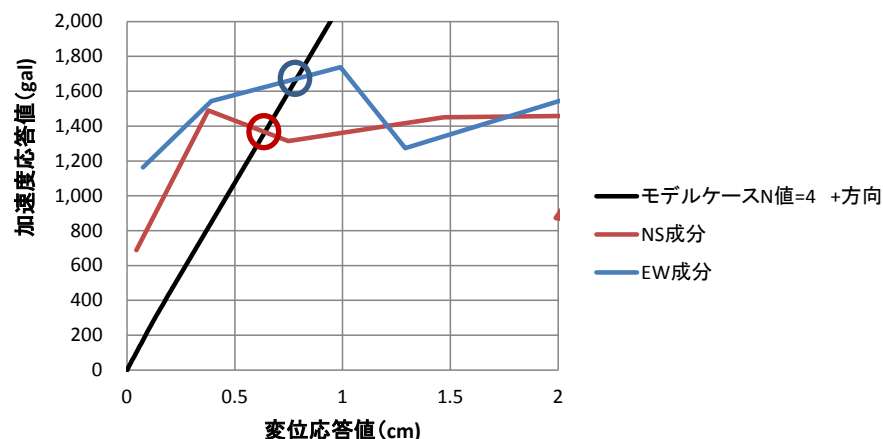


変位0～2cm拡大図

防止堤断面、土被りの条件、地盤条件、3.11に発生した地震動から、防止堤の頂部には、8mm程度の変位が発生したと考えられる。

8mmは、防止堤全体高さ1450mmから、変形角は、1/181程度と算定される。

Sa-Sdスペクトル



評価結果と現地被害の関係

解析モデル

- 防止堤断面、土被りの条件、地盤条件、3.11に発生した地震動から、防止堤の頂部には、8mm程度(変形角1/181)の変位が発生したと推測される。
- 当該地の地盤N値と計測震度の関係からFL値を算定すると、液状化が発生したと推測される。

現地状況

<防止堤の被害>

- 目地部間の壁体部、目地部でひび割れが生じている。
- また、コーナー部にひび割れが発生している。
- 液状化により防止堤が沈下

<主な補修内容>

- ひび割れに対するモルタル補修、再シーリング。
- 沈下による高さ不足分の嵩上げ(コンクリート打設)