

# 海岸堤防における表法被覆工の構造に着目した地震時変形に関する考察

株式会社 荒谷建設コンサルタント 正会員 ○今井 康雅  
株式会社 アライズソリューション 非会員 福山 博生  
株式会社 荒谷建設コンサルタント 非会員 田村 晋吾

## 1. はじめに

海岸堤防の表法被覆工として、従来からもたれ構造と自立構造が主に採用されてきた。しかしながら、2011年3月の東日本大震災を契機として粘り強い構造が注目を集め、高潮・波浪・津波等の作用外力に対して安定度が高く、背後の盛土が被災しても表法被覆工自体が倒壊しにくい自立構造の採用が近年増加している。本検討では、有効応力法に基づく二次元有効応力プログラム FLIP<sup>1)</sup> による解析を行い、海岸堤防の表法被覆工として近年採用が増加している自立構造について、もたれ構造と比較する形で地震時の変形について検討を行った。

## 2. 解析条件

### (a) 解析モデル図

自立構造の解析モデル図を図-1、もたれ構造の解析モデル図を図-2に示す。潮位条件としては広島港の潮位を用い、検討潮位はL.W.L +0.03mとした。残留水位は潮位差の2/3として+2.50mとした。表法被覆工の天端高は広島港五日市地区の計画高を参考に+8.00m、表法勾配は1:0.5、もたれ構造の裏法勾配は1:0.3、表法被覆工下端高は+1.00m、直下の捨石マウンド厚は1.00mとした。海岸堤防前面は沖側に向けて1:10で傾斜する地盤形状とした。解析では表法被覆工のコンクリート打継は考慮しないこととした。基礎地盤は層厚10.00mの砂質土層とし、その下層を工学的基盤とした。液状化対象層は盛土層と砂質土層とした。

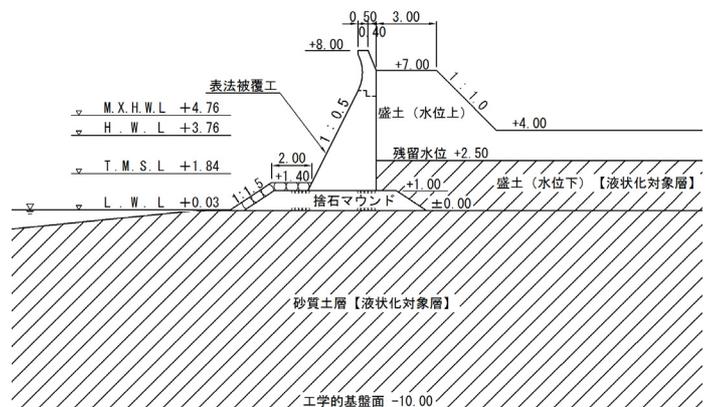


図-1 自立構造の解析モデル図

### (b) 入力地震動

解析に用いた入力地震動は、図-3に示す一般的に用いられているプレート境界型地震の大船渡基盤入射波(S-1210 E41S)とした。最大加速度は161Galを200Gal、400Galに変換したものを用いた。

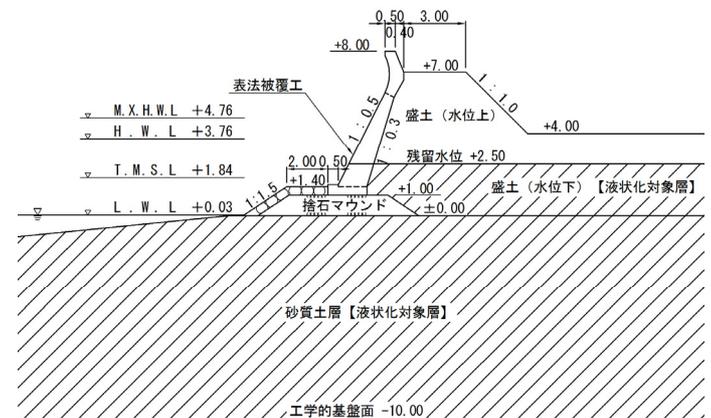


図-2 もたれ構造の解析モデル図

### (c) 解析パラメータ

設定した解析パラメータを表-1に示す。盛土層と砂質土層の解析パラメータはN値を5と仮定し、簡易設定法(改訂版)<sup>2)</sup>により設定した。捨石マウンドの解析パラメータは一般的な数値<sup>3)</sup>とした。設定した液状化パラメータを表-2に示す。液状化パラメータは、過去に広島県内の地盤を基に設定した数値を用いた。盛土層と砂質土層の液状化パラメータは同様な数値とした。

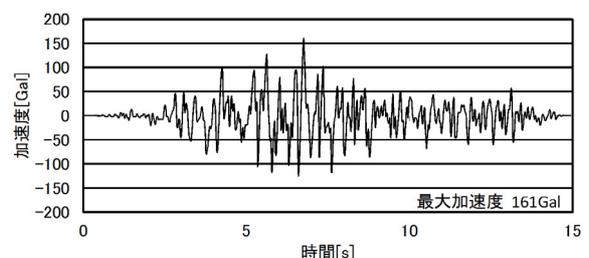


図-3 大船渡基盤入射波(S-1210 E41S)

キーワード 有効応力解析、地震応答、入力地震動、液状化、海岸堤防、表法被覆工

連絡先 〒730-0831 広島市中区江波西1丁目25番5号

株式会社 荒谷建設コンサルタント 水工部港湾・漁港設計課 今井 康雅 TEL082-234-5660

表-1 解析パラメータ

層名	飽和単位体積重量 $\gamma_{sat}$ (kN/m <sup>3</sup> )	湿潤単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	水中単位体積重量 $\gamma'$ (kN/m <sup>3</sup> )	質量密度 $\rho_{dyna}$ (t/m <sup>3</sup> )	間隙率 n	せん断波速度 Vs (m/s)	基準拘束圧 $\sigma_{ma}'$ (kN/m <sup>2</sup> )	基準初期せん断剛性 Gma (kN/m <sup>2</sup> )	基準体積弾性係数 Kma (kN/m <sup>2</sup> )	拘束圧依存係数 mG, mK	ポアソン比 $\nu$	粘着力 c (kN/m <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi_f$ (°)	履歴減衰定数 hmax
盛土層 (水位上)	20.0	18.0	10.0	1.80	0.45	137.9	98.00	62697	163504	0.5	0.33	0.00	39.2	0.24
盛土層 (水位下)	20.0	18.0	10.0	2.00	0.45	143.1	98.00	49431	128908	0.5	0.33	0.00	38.7	0.24
砂質土層	20.0	18.0	10.0	2.00	0.45	179.2	98.00	59986	156434	0.5	0.33	0.00	39.1	0.24
捨石マウンド	20.0	18.0	10.0	2.00	0.45	300.0	98.00	180000	469000	0.5	0.33	20.00	35.0	0.24

### 3. 解析結果

解析結果を表-3 に示す。表-3 に示す変位量は表法被覆工天端位置 (+8.00m 面) でのものとし、変形量が最大となる加振終了時の数値とした。入力地震動の最大加速度を 200Gal とした場合の自立構造の変形図を図-4、もたれ構造の変形図を図-5、最大加速度を 400Gal とした場合の自立構造の変形図を図-6、もたれ構造の変形図を図-7、自立構造の過剰間隙水圧比分布図を図-8、もたれ構造の過剰間隙水圧比分布図を図-9 に示す。表-3 に示すように、最大加速度が 200Gal のケースでは、鉛直変位量の差分が 0.1cm、水平変位量の差分が 0.3cm となり、両構造の変形量に大きな差は生じなかった。最大加速度 400Gal のケースでは、鉛直変位量の差分が 1.6cm、水平変位量の差分が 3.0cm となり、自立構造の方がもたれ構造より小さい変形量となった。最大加速度が 200Gal のケースより 400Gal のケースの方が両構造の変形量の差分が大きくなり、最大加速度が大きくなるにつれて、もたれ構造より自立構造の方が地震時の安定性が高くなる結果となった。

表-2 液状化パラメータ

変相角 $\phi_p$	S1	W1	P1	P2	C1
28.0	0.005	2.60	0.50	0.85	1.75

表-3 解析結果 (表法被覆工天端位置)

種別	最大加速度	自立構造	もたれ構造	差分
鉛直変位量	200Gal	4.8cm	4.9cm	0.1cm
	400Gal	20.5cm	22.1cm	1.6cm
水平変位量	200Gal	12.1cm	12.4cm	0.3cm
	400Gal	53.7cm	56.7cm	3.0cm

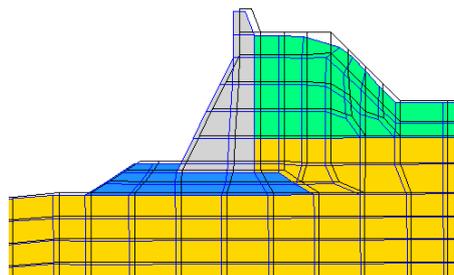


図-4 変形図 (200Gal)

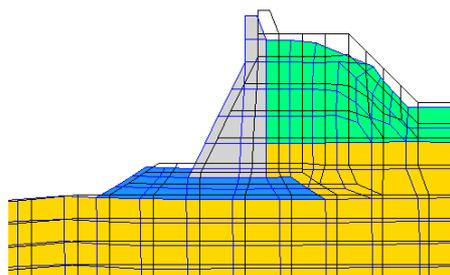


図-6 変形図 (400Gal)

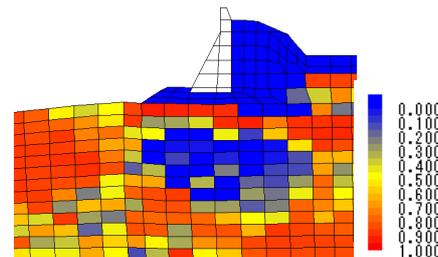


図-8 過剰間隙水圧比分布図

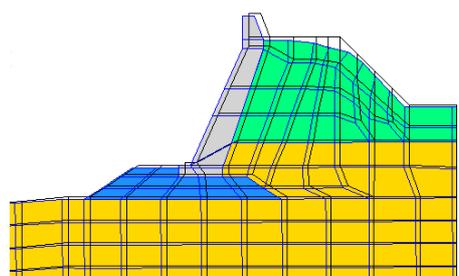


図-5 変形図 (200Gal)

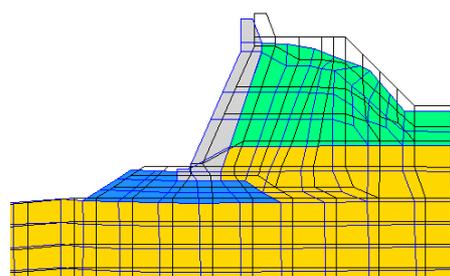


図-7 変形図 (400Gal)

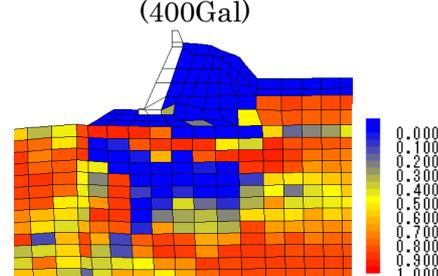


図-9 過剰間隙水圧比分布図 (400Gal)

### 4. まとめ

大船渡基盤入射波を入力地震動として、海岸堤防の表法被覆工を自立構造、もたれ構造とした場合の地震時の変形について検討を行った。最大加速度が大きくなるにつれて、近年採用が増加している自立構造の方がもたれ構造より地震時の安定性が高くなることが確認された。今後は、自立構造ともたれ構造について、表法勾配を緩くした場合や残留水位を高くした場合の解析を行い、変形量の傾向等について検証を行う予定である。

### 参考文献

- 1) Iai, Matsunaga, Kameoka : Strain Space Plasticity Model for Cyclic Mobility, SOILS AND FOUNDATIONS, Vol.32, No.2, pp.1-15, 1992.
- 2) 森田年一, 井合進, Hanlong Liu, 一井康二, 佐藤幸博 : 液状化による構造物被害予測プログラム FLIP において必要な各種パラメータの簡易設定法, 港湾技研資料, No.869, 1997.
- 3) (財) 沿岸技術研究センター : 港湾構造物設計事例集 (平成 19 年改訂版) 上巻 p.5-38, 2007.3.