

技術資料 Vol.11

2次元圧密沈下解析  
(DAC SAR)



株式会社クリアテック

東京都千代田区西神田 2丁目 5-8 共和 15 番館 6 階

TEL:03-6268-9108 / FAX:03-6268-9109

<http://www.createec-jp.com/>

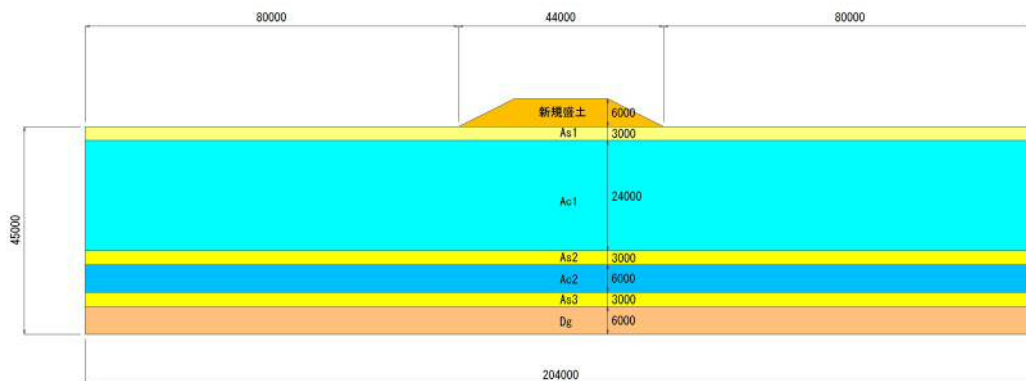
## 2次元圧密沈下解析(DACSAR)

解析種別	2次元圧密沈下解析(DACSAR)
キーワード	圧密沈下解析、関口・太田モデル、近接影響
解析の目的	盛土施工における近接構造物への影響を検討する。
解析の概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地層毎の上載圧を求め、初期応力として入力する。</li> <li>・粘弾塑性解析により原地盤における沈下量を算出する。</li> <li>・検討位置の沈下量・変形角が許容値を超えていた場合には対策工を検討する。</li> </ul>
検討の流れ	<pre> graph TD     A[地盤定数の設定] --&gt; B[解析モデルの作成]     B --&gt; C[圧密沈下解析]     C --&gt; D[地盤変形量の算出]     D --&gt; E{検討位置での 沈下量・変形角が 許容値以下}     E -- Yes --&gt; F[終了]     E -- No --&gt; G[対策工の検討]     G --&gt; B   </pre>
関連資料	<ul style="list-style-type: none"> <li>・道路土工 軟弱地盤対策指針 日本道路協会 平成 24 年 8 月</li> <li>・深層混合処理工法 設計・施工マニュアル改訂版 土木研究センター 平成 16 年 3 月</li> </ul>
担当者の所見	<ul style="list-style-type: none"> <li>・入力パラメータの設定方法は、塑性指数のみで決定することもできるが、圧密試験の結果がある場合には試験値を用いて設定することもできる。</li> <li>・初期応力解析を行った後に沈下量を求めることもできるが解析が収束しないこともある。</li> <li>・無対策時で沈下量・変形角が許容値を超えていた場合には、適切な対策工を選定して許容値に収まる値にする。</li> </ul>

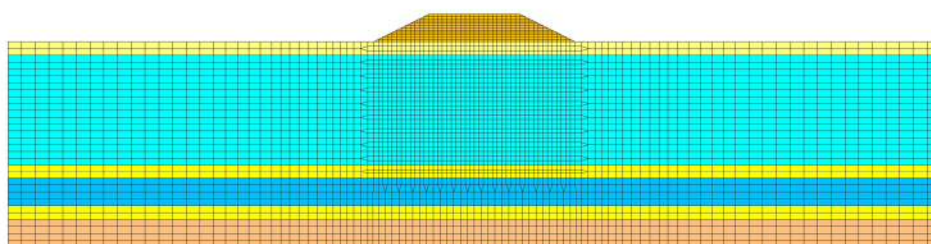
## 2次元圧密沈下解析(DACSAR)

### 検討断面

- ・ 水平成層地盤上に高さ 6m の盛土を施工したモデルを対象とする。



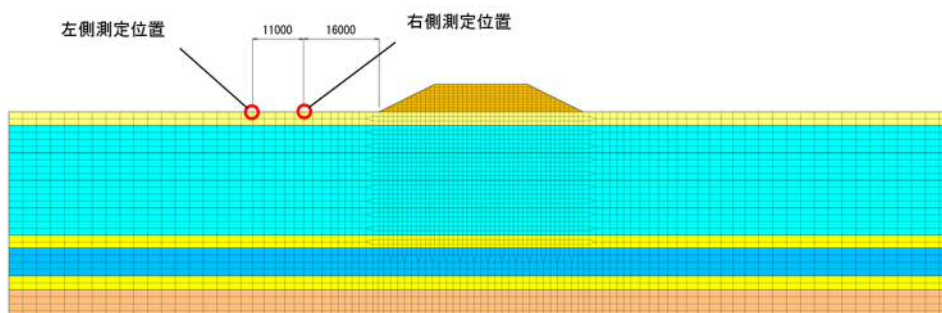
検討断面概要



解析メッシュ図

### 沈下量測定位置

- ・ 本検討では盛土法尻から 16m の位置にある構造物の影響を検討する。



検討位置図

## 2次元圧密沈下解析(DAC SAR)

### 解析パラメータ

・以下に本検討で用いた解析パラメータを示す。

解析パラメータ一覧表

パラメータ	記号	単位	技術資料モデル										設定根拠
			新規盛土	As1 (GL+0.00 ~-3.00m)	Ac1-1 (GL-3.00 ~-9.00m)	Ac1-2 (GL-9.00 ~-15.00m)	Ac1-3 (GL-15.00 ~-21.00m)	Ac1-4 (GL-21.00 ~-27.00m)	As2 (GL-27.00 ~-30.00m)	Ac2 (GL-30.00 ~-36.00m)	As3 (GL-36.00 ~-39.00m)	Dg (GL-39.00 ~-45.00m)	
層厚	H	(m)	—	3.00	6.00	6.00	6.00	6.00	3.00	6.00	3.00	6.00	モデル層厚より設定
単位体積重量	$\gamma_t$	(kN/m <sup>3</sup> )	19.0	18.0	16.0	16.0	16.0	16.0	18.5	16.5	18.5	18.5	試験結果より設定
変形係数	E	(kN/m <sup>2</sup> )	28000	14000	—	—	—	—	42000	—	84000	140000	E=2800N
ポアソン比	$\nu$		0.300	0.300	0.334	0.334	0.334	0.334	0.300	0.334	0.300	0.300	埋土層:一般的な値 粘土層: $\nu=K_o/(1+K_o)$
ラムの定数(ラムの第一定数)	$\lambda$	(kN/m <sup>2</sup> )	16154	8077	—	—	—	—	24231	—	48462	80769	$\lambda=\nu \times E / \{(1+\nu) \times (1-2\nu)\}$
ラムの定数(ラムの第二定数)	$\mu$	(kN/m <sup>2</sup> )	10769	5385	—	—	—	—	16154	—	32308	53846	$\mu=E / \{2 \times (1+\nu)\}$
塑性指数	$I_p$		—	—	21.5	21.5	21.5	21.5	—	21.5	—	—	試験結果より設定 (本検討では21.5%と仮定)
内部摩擦角	$\phi'$		—	—	30.0	30.0	30.0	30.0	—	30.0	—	—	$\sin \phi' = 0.81 - 0.233 \log I_p$ (Kenny)
圧縮指数	$\lambda$		—	—	0.239	0.239	0.239	0.239	—	0.239	—	—	$\lambda = 0.434 \times C_c$ (本検討では $C_c=0.55$ と仮定)
限界応力比	M		—	—	1.199	1.199	1.199	1.199	—	1.199	—	—	$M = 6 \cdot \sin \phi' / (3 - \sin \phi')$
非可逆比	$\Lambda$		—	—	0.685	0.685	0.685	0.685	—	0.685	—	—	$\Lambda = M / 1.75$ (Karube)
ダイラタンシー係数	D		—	—	0.051	0.051	0.051	0.051	—	0.051	—	—	$D = \lambda \Lambda / \{M(1+e_0)\}$ (sekiguchi)
X方向透水係数	$k_x$	(m/day)	8.64E-01	8.64E-01	7.04E-04	3.79E-04	2.59E-04	1.97E-04	8.64E-01	1.39E-04	8.64E-01	8.64E-01	埋土層:砂の概略値より算出 $k = 0.001$ (cm/s) 粘性土層: $k_x = m_v \times C_v \times \gamma_w$
Y方向透水係数	$k_y$	(m/day)	8.64E-01	8.64E-01	7.04E-04	3.79E-04	2.59E-04	1.97E-04	8.64E-01	1.39E-04	8.64E-01	8.64E-01	埋土層:砂の概略値より算出 $k = 0.001$ (cm/s) 粘性土層: $k_x = m_v \times C_v \times \gamma_w$
圧密降伏応力	$P_0$	(kN/m <sup>2</sup> )	—	—	50.40	93.60	136.80	180.00	—	255.60	—	—	$P_0 = P_i \times OCR$
初期の鉛直有効応力	$P_i$	(kN/m <sup>2</sup> )	—	12.00	42.00	78.00	114.00	150.00	180.75	213.00	245.25	283.50	モデル土被り圧より設定
過圧密比	OCR		—	—	1.20	1.20	1.20	1.20	—	1.20	—	—	試験結果より設定 (本検討では1.2と仮定)
先行圧密の静止土圧係数	$K_o$		—	—	0.500	0.500	0.500	0.500	—	0.500	—	—	$K_0 = 1 - \sin \phi'$ (Jaky)
原位置での静止土圧係数	$K_i$		0.429	0.429	0.544	0.544	0.544	0.544	0.429	0.544	0.429	0.429	埋土層: $K_i = \nu / (1 - \nu)$ 粘土層: $K_i = K_0(OCR)^{0.54 \exp(-I_p/122)}$ (Alpan)
二次圧密係数	$\alpha$		—	—	4.44E-03	4.44E-03	4.44E-03	4.44E-03	—	4.44E-03	—	—	$\alpha = \alpha e / (1 + e_0)$ (Sekiguchi) $\alpha e = 0.05 \lambda$ (Mesri)
体積圧縮係数	$m_v$	(m <sup>3</sup> /kN)	—	—	3.52E-03	1.90E-03	1.30E-03	9.86E-04	—	6.94E-04	—	—	$m_v = 3 \lambda / \{(1 + e_0)(1 + K_0) P_c\}$
圧密係数	$C_v$	(m <sup>2</sup> /day)	—	—	2.00E-02	2.00E-02	2.00E-02	2.00E-02	—	2.00E-02	—	—	試験結果より設定 (本検討では $200 \text{ cm}^2 / \text{day}$ と仮定)
一次圧密に要する時間	$t_c$	(day)	—	—	6106	6106	6106	6106	—	382	—	—	$t_c = t_{90} = H^2 T_v / C_v$ $T_v = 0.848$ ( $U=90\%$ ) $V_0 = \alpha / t_c$
初期体積ひずみ速度	$V_0$	(1/day)	—	—	7.27E-07	7.27E-07	7.27E-07	7.27E-07	—	1.16E-05	—	—	
間隙比	e		0.80	0.80	1.69	1.69	1.69	1.69	0.80	1.69	0.80	0.80	埋土層:砂の一般値である0.5~1.1の中間値 粘土層: $e_0 = e - \lambda(1 - \Lambda) \ln(OCR)$

### 解析ステップ

・盛土を 10 cm/day で行い、以降 30 年後までを下表のステップ数に分割して解析を行う。

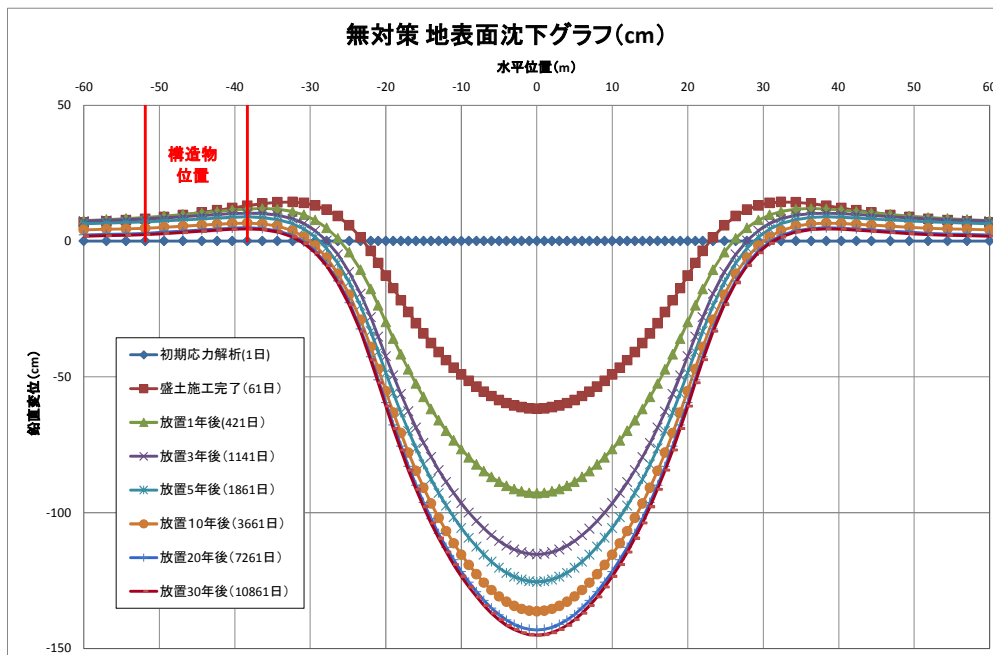
解析ステップ表(無対策)

Stage No.	工程	Step	日数	経過日数
1	初期状態	1	1	1
2	盛土(60日)	60	60	61
3	放置1年	12	360	421
4	放置3年	24	720	1141
5	放置5年	24	720	1861
6	放置10年	18	1800	3661
7	放置20年	36	3600	7261
8	放置30年	36	3600	10861

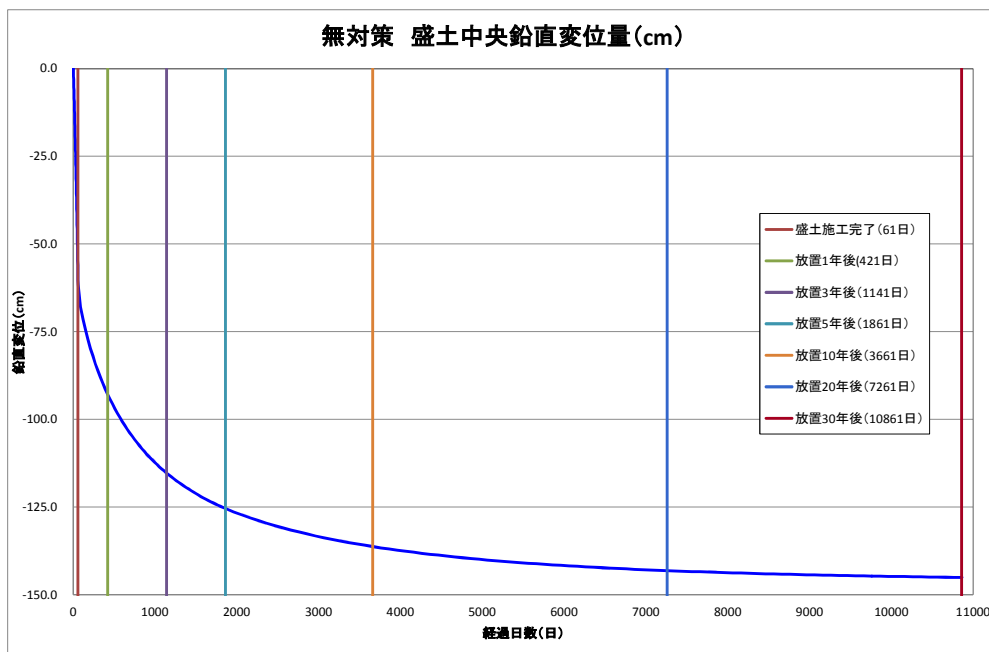
## 2次元圧密沈下解析(DACSAR)

### 原地盤の変位量の算定(無対策時)

- ・ステップごとに原地盤の変位量を算出する。



地表面沈下グラフ

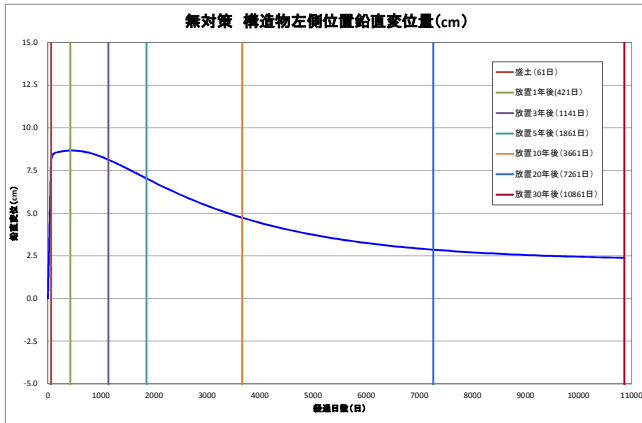


盛土中央位置沈下時間グラフ

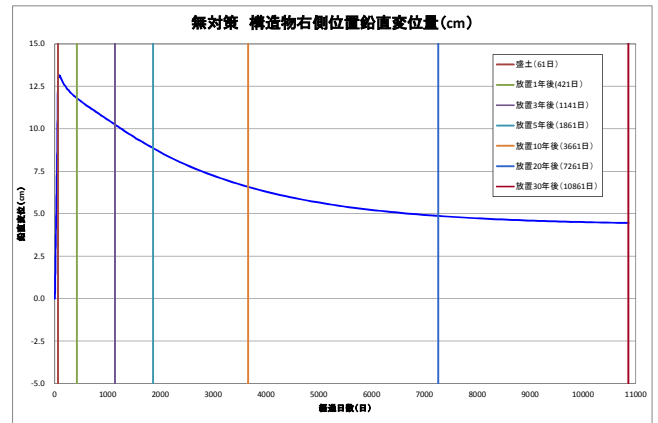
## 2次元圧密沈下解析(DACSAR)

### 検討位置の変位量の算定(無対策時)

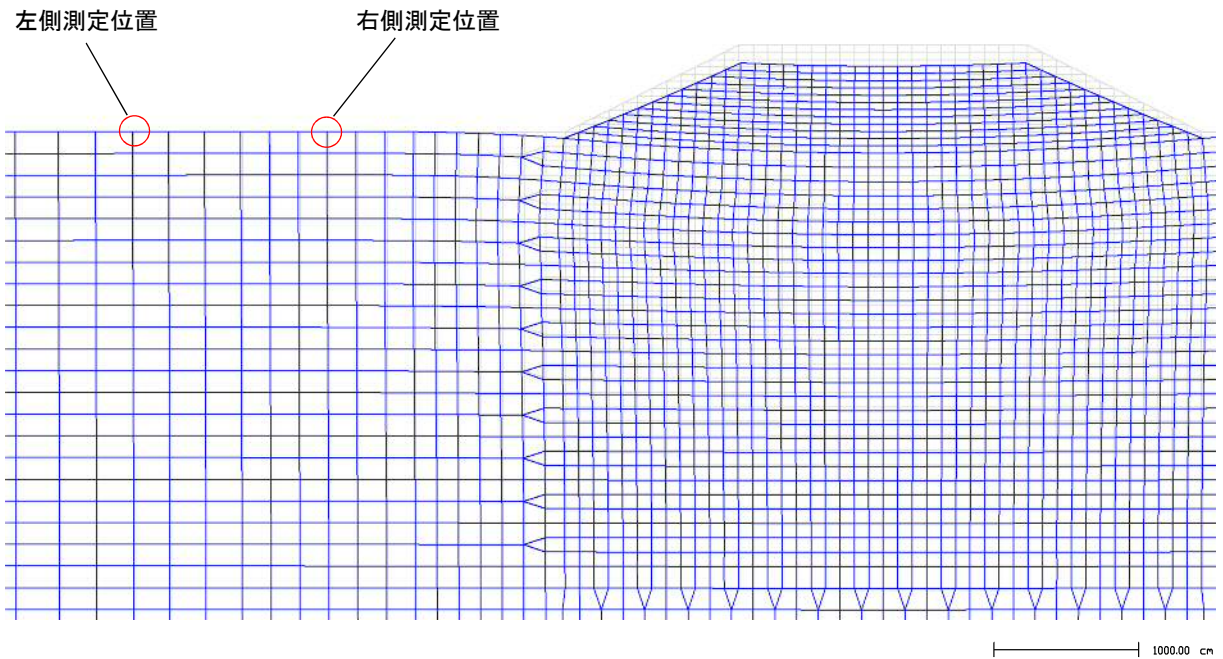
- ・ 構造物左側・右側測定位置での変位量を算出する。



構造物左側位置沈下時間グラフ



構造物右側位置沈下時間グラフ



最終ステップの変形図

### 近接構造物への影響についての照査結果(無対策時)

- ・ あらかじめ設定された許容値に対して、無対策時の総沈下量（隆起量）はOKであるが、変形角と相対沈下量でNGとなったことから対策工を検討する。

#### 無対策時解析結果

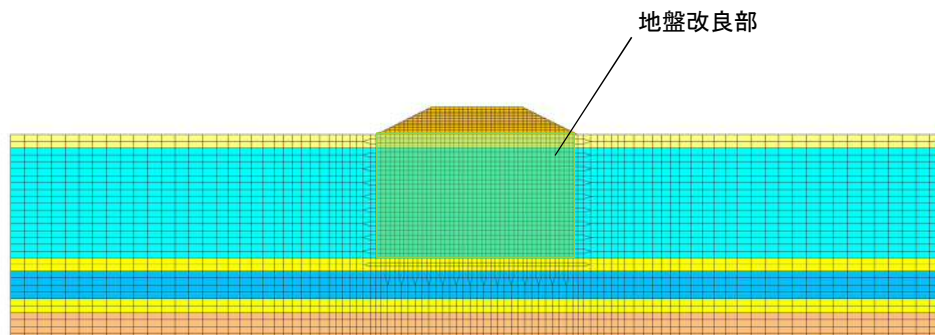
検討ケース	変形角 $\theta (\times 10^{-3} \text{rad})$			相対沈下量 $S_{Dmax}$ (cm)			総沈下量 $S_{max}$ (cm)					
	計算値	許容値	判定	計算値	許容値	判定	①左側測定位置			②右側測定位置		
							計算値	許容値	判定	計算値	許容値	判定
無対策時	3.55	1.00	NG	4.79	4.00	NG	8.67 (隆起)	20.00	OK	13.15 (隆起)	20.00	OK



## 2次元圧密沈下解析(DACSAR)

## 対策工の検討

- ・対策工として地盤改良したケースを検討する。ここで、深層混合処理工法による地盤改良を実施した。



地表面沈下グラフ

## 改良部物性値

- ・改良部の物性値を下記の表に示す。

改良体物性値

弾性要素	現場平均計画強度 quf (kN/m <sup>2</sup> )	改良率 ap (%)	弾性係数 E(=100 × quf × ap) (kN/m <sup>2</sup> )	ポアソン比 ν	静止土圧係数 K <sub>0</sub> (ν/(1-ν))
As1	600	78.5	47100	0.43	0.754
Ac1-1	600	78.5	47100	0.43	0.754
Ac1-2					
Ac1-3					
Ac1-4					

## 解析ステップ

- ・ステップ2に地盤改良の工程を追加した。

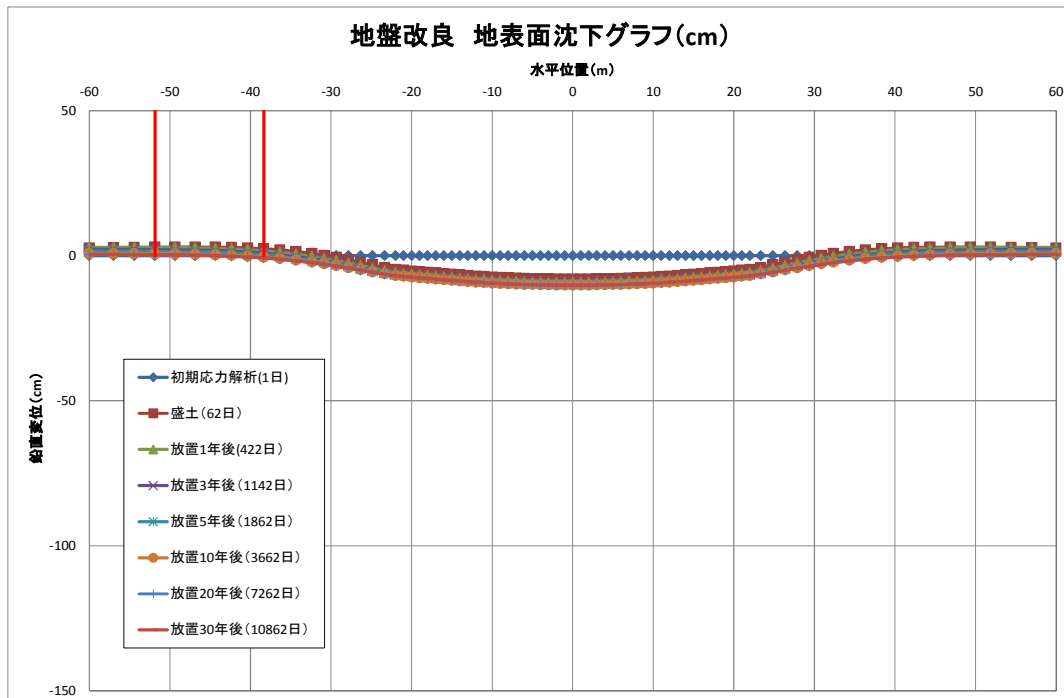
解析ステップ表(地盤改良)

Stage No.	工程	Step	日数	経過日数
1	初期状態	1	1	1
2	対策工(地盤改良)	1	1	2
3	盛土(60日)	60	60	62
4	放置1年	12	360	422
5	放置3年	24	720	1142
6	放置5年	24	720	1862
7	放置10年	18	1800	3662
8	放置20年	36	3600	7262
9	放置30年	36	3600	10862

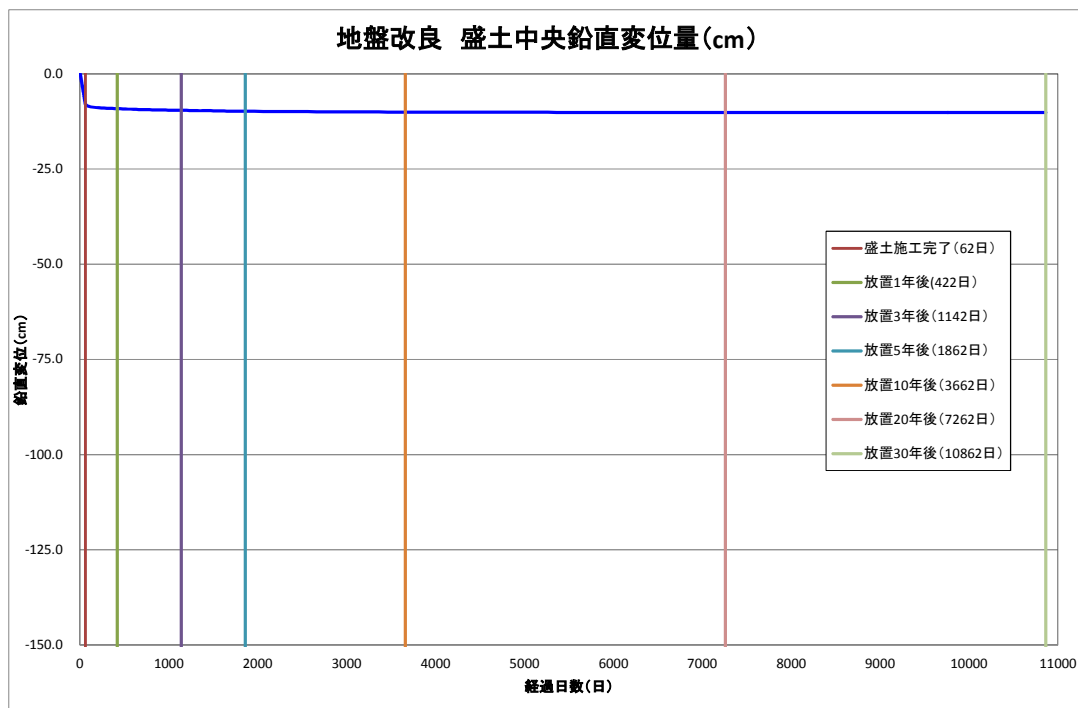
## 2次元圧密沈下解析(DACSAR)

### 原地盤の変位量の算定(無対策時)

- ・ステップごとに原地盤の変位量を算出する。



地表面沈下グラフ



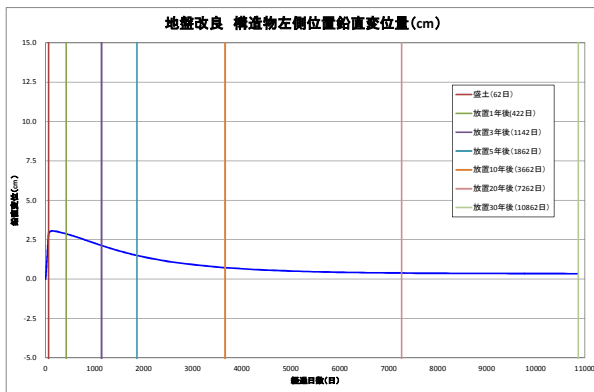
盛土中央位置沈下時間グラフ



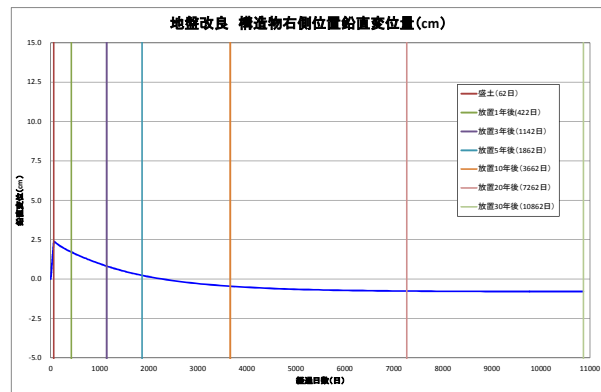
## 2次元圧密沈下解析(DACSAR)

### 検討位置の変位量の算定(無対策時)

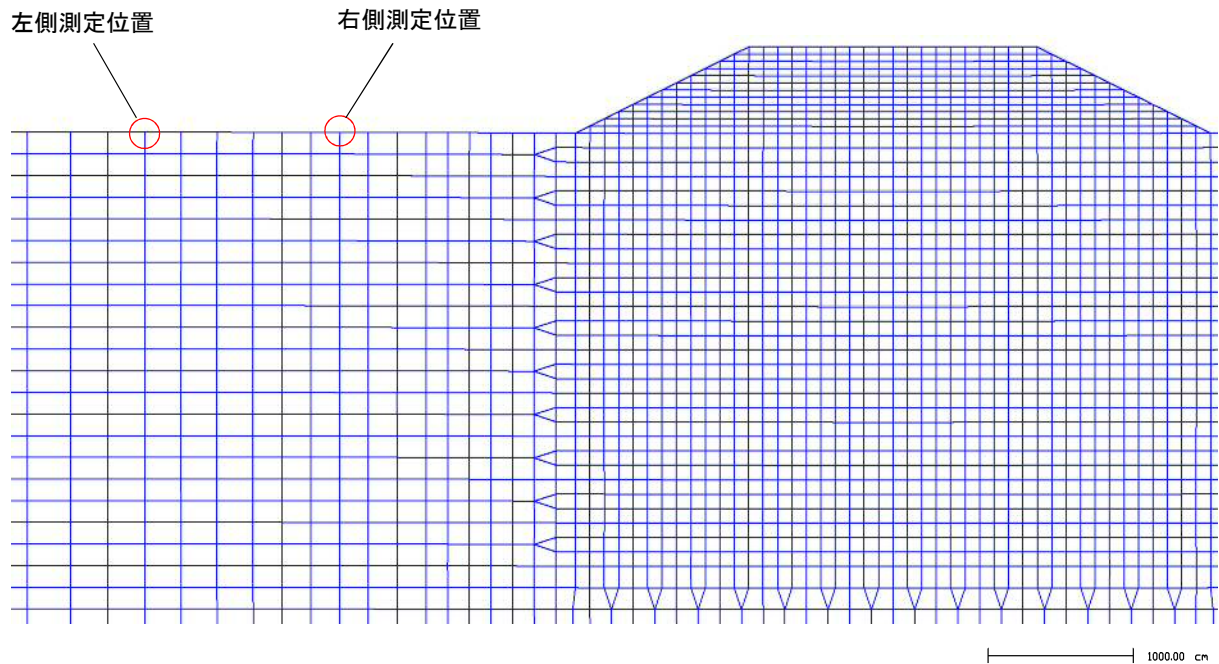
- ・ 構造物左側・右側測定位置での変位量を算出する。



構造物左側位置沈下時間グラフ



構造物右側位置沈下時間グラフ



最終ステップの変形図

### 近接構造物への影響についての照査結果(地盤改良時)

- ・ 地盤改良によっての変形角・沈下量が許容値以下となった。

#### 地盤改良時解析結果

検討ケース	変形角 $\theta (\times 10^{-3} \text{rad})$			相対沈下量 $S_{Dmax}$ (cm)			総沈下量 $S_{max}$ (cm)					
							①左側測定位置			②右側測定位置		
	計算値	許容値	判定	計算値	許容値	判定	計算値	許容値	判定	計算値	許容値	判定
地盤改良時	0.97	1.00	OK	1.31	4.00	OK	3.05 (隆起)	20.00	OK	2.38 (隆起)	20.00	OK