

技術資料 Vol.15

既設地下構造物の通路改築に伴う  
施工段階解析



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/>

## 既設地下構造物の通路改築に伴う施工段階解析

解析種別	3次元シェル・フレーム構造解析、施工段階解析
キーワード	地下構造物、改築、施工段階解析、3次元構造解析
解析の目的	既設の地下構造物を改築し、新たに通路を構築するに際し、各施工段階における既設構造物の応力状態を把握し、構造部材の照査および施工の安全性、施工順序の検証を行う。
解析の概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 3次元モデルにより地下構造物の現況モデルを作成する。</li> <li>・ 現況モデルに対し改築のための開口部、新設通路等 FEM 要素の追加修正を行う。</li> <li>・ 現況、施工中、施工後に作用する死荷重、土圧、活荷重および境界条件等を定義する。</li> <li>・ 各施工段階に対応する荷重、境界条件等を設定し、施工ステップを作成する。</li> <li>・ 施工段階解析を実施する。</li> <li>・ 各施工段階について断面力を抽出し、部材の照査、安全性の検証を行う。</li> </ul>
検討の流れ	<pre> graph TD     START([START]) --&gt; A[構造諸元(寸法、配筋等)の整理]     A --&gt; B[現況+通路モデルの作成]     B --&gt; C[各荷重の設定]     C --&gt; D[境界条件の設定]     D --&gt; E[施工ステップに応じた 要素・境界・荷重のグループ分け]     E --&gt; F[施工段階解析の実施]     F --&gt; G[部材の断面力抽出]     G --&gt; H{部材照査}     H -- YES --&gt; END([END])     H -- NO --&gt; I[部材、施工段階の変更]     I --&gt; F   </pre>
関連資料	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ コンクリート標準示方書 設計編 2012年</li> <li>・ 道路橋示方書・同解説IV下部構造編 平成24年3月</li> </ul>
担当者の所見	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 板要素と梁要素を組み合わせたモデルとなるが、特に妻壁による断面力が複雑になるため、3次元モデルによる解析の必要性を感じた。</li> <li>・ 施工ステップの設定には、要素、境界、荷重を詳細にグループ化しておくことで検討時の条件変更が容易である。</li> </ul>

## 既設地下構造物の通路改築に伴う施工段階解析

### 地下構造物概要

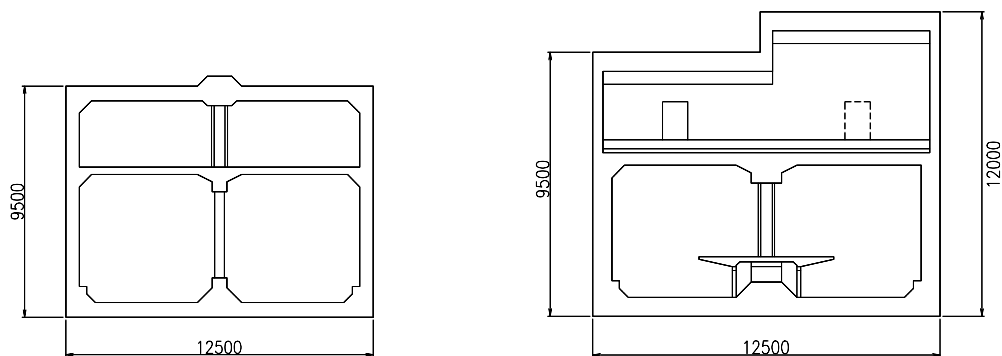
2層中柱式ボックスカルバート

軌道階+地下階

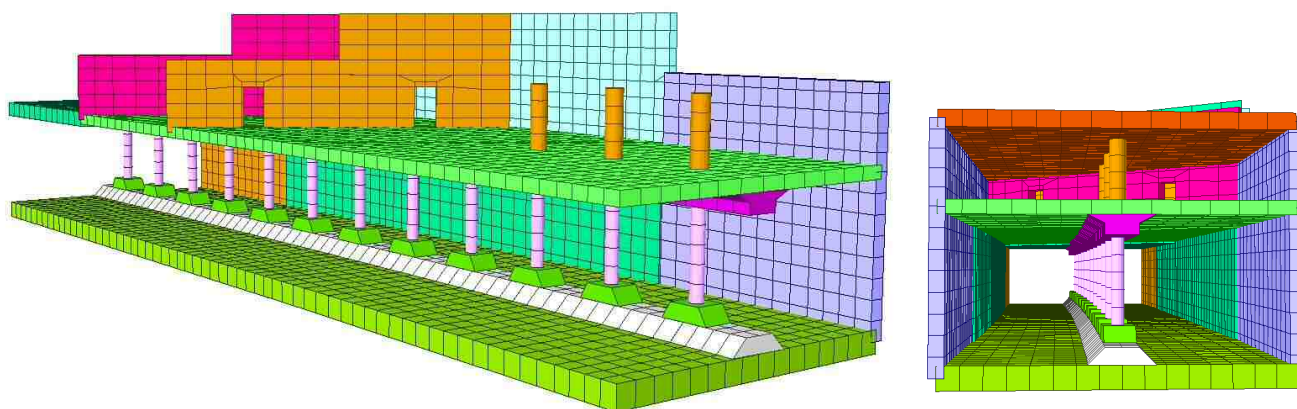
### 解析モデルの概要

要素数：梁要素 210 要素 中柱、地中梁

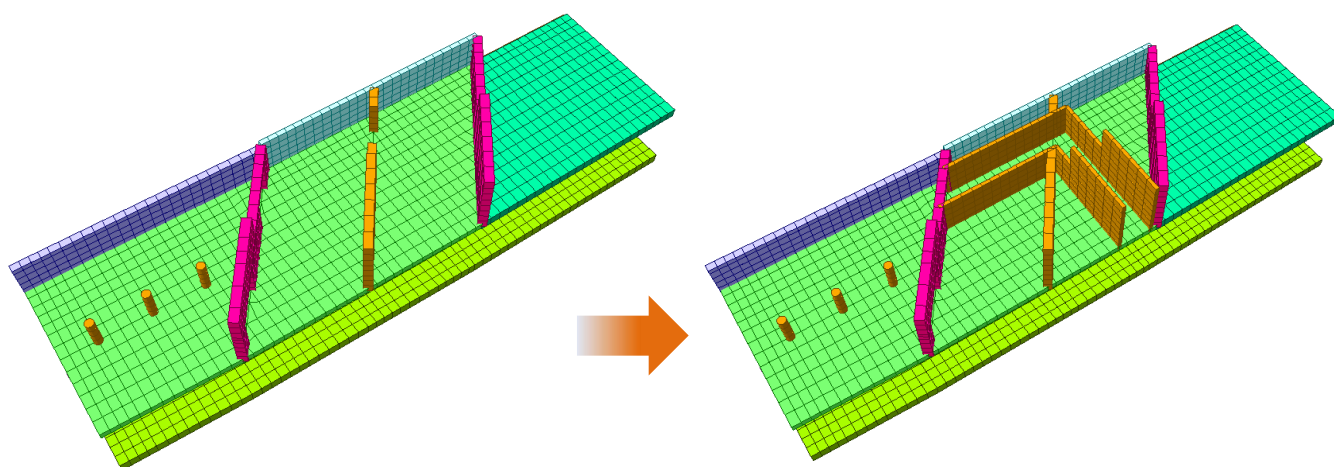
：板要素 4300 要素 頂板、側壁、底板、妻壁



標準断面（現況）



解析モデル図（現況）



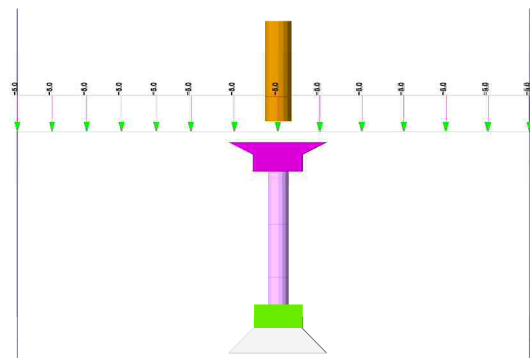
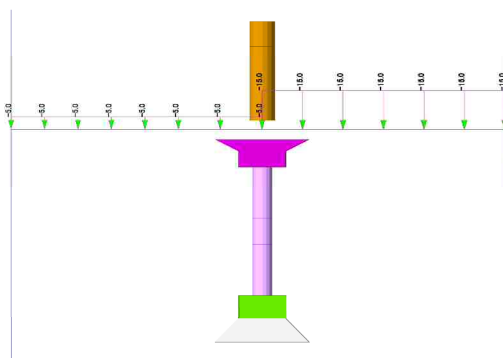
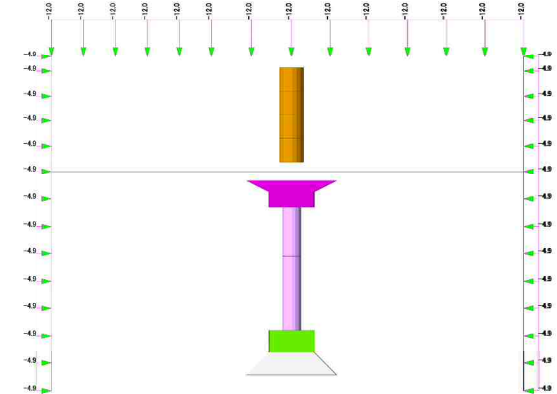
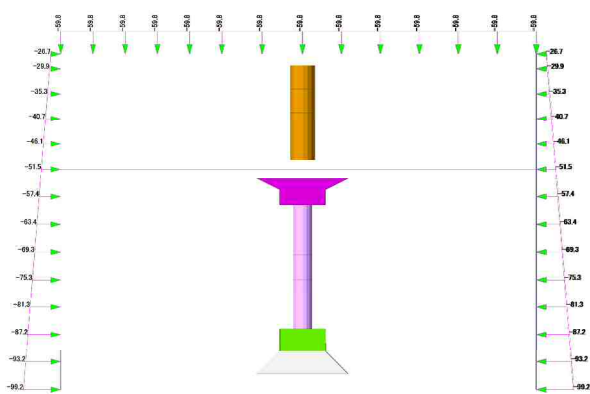
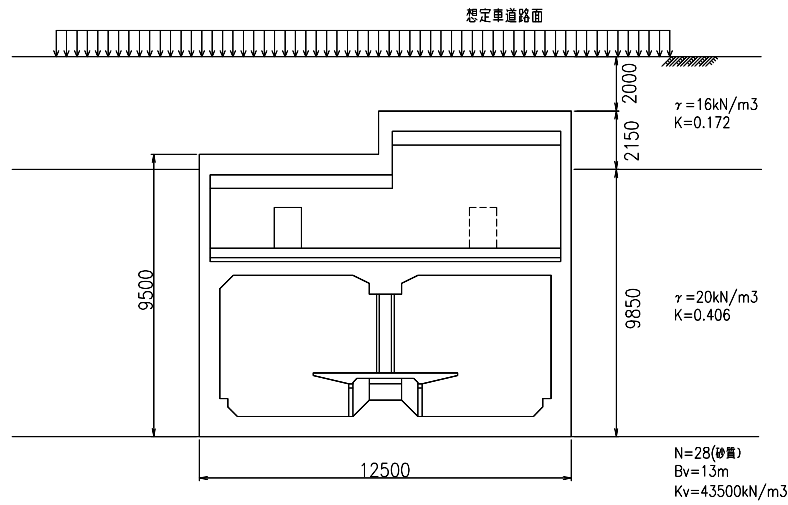
現 況

通路構築後

施工ステップ

# 既設地下構造物の通路改築に伴う施工段階解析

## 載荷荷重設定例



荷重載荷図 (例)

# 既設地下構造物の通路改築に伴う施工段階解析

## 施工段階の設定

各施工段階でアクティブになる要素、境界条件、荷重および非アクティブになる要素、境界条件、荷重を指定する。



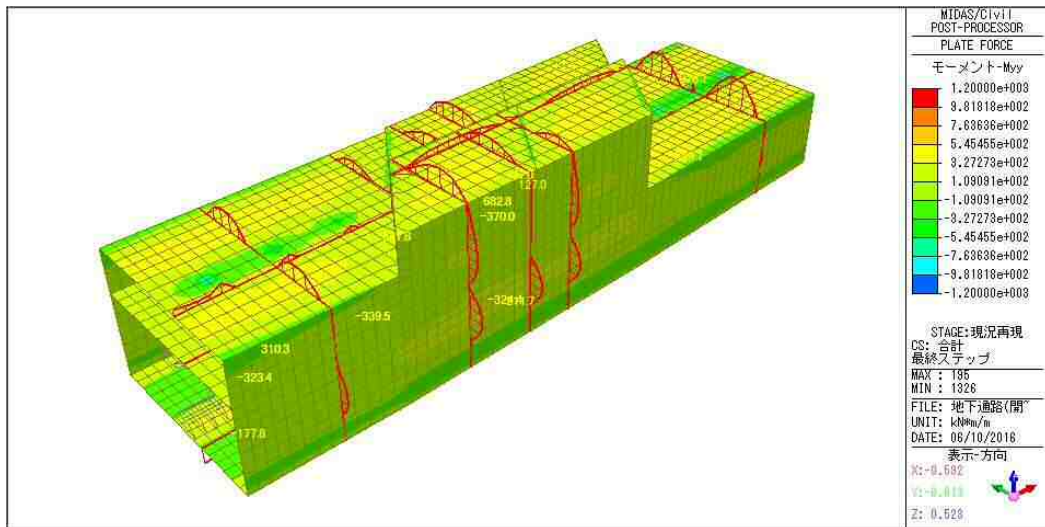
現況(初期段階)における荷重設定



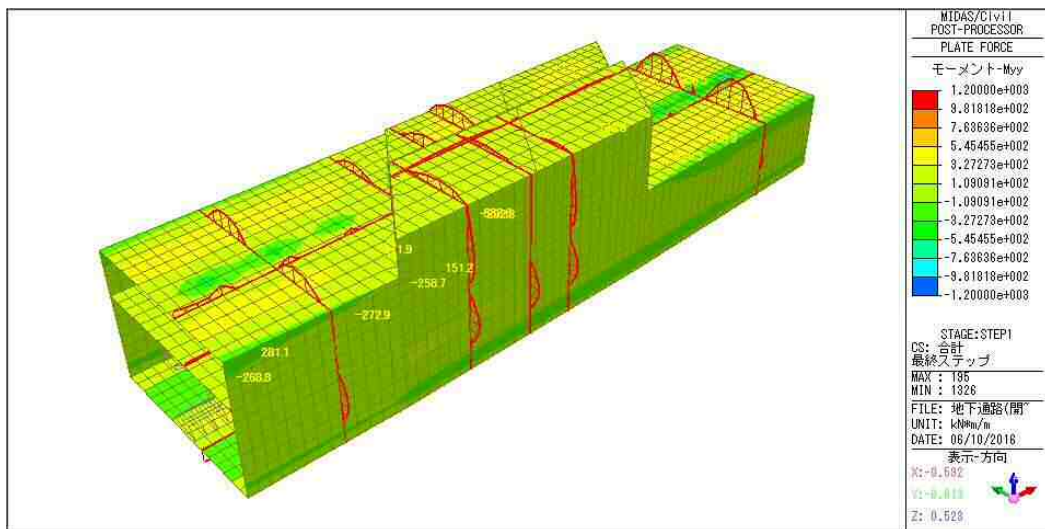
施工段階(ステップ 2)における荷重設定

# 既設地下構造物の通路改築に伴う施工段階解析

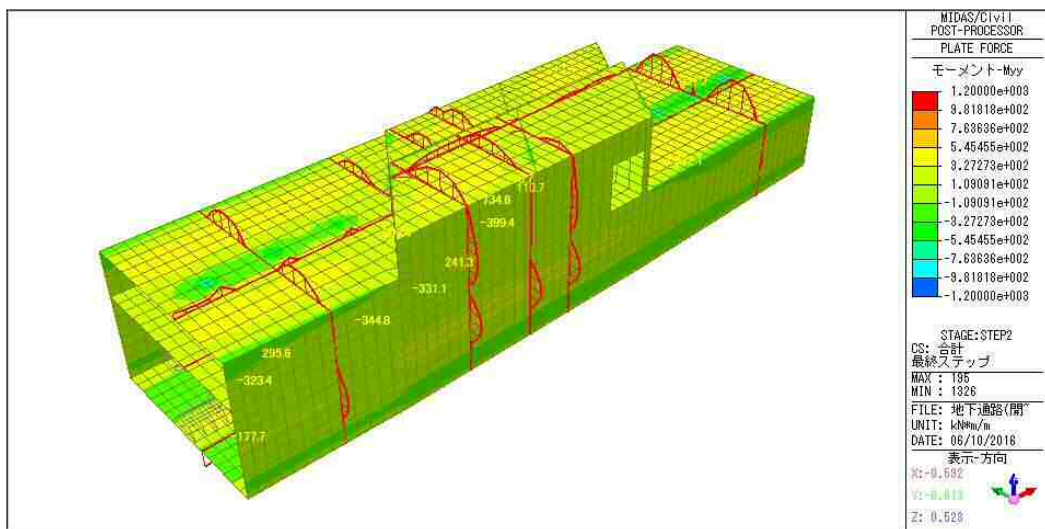
## 各施工ステップにおける断面力の変化



現況



施工ステップ1



施工ステップ2

曲げモーメント分布の変化

## 既設地下構造物の通路改築に伴う施工段階解析

### 断面力の抽出 (例)

設計区間	部材	部位	断面番号	既設図書における断面力			3次元FEM解析断面力			比率(3次元/2次元)		
				M (kNm)	N (kN)	S (kN)	M (kNm)	N (kN)	S (kN)	M	N	S
軌道階	上床版	隅角部	I-1	137.2	91.0	256.0	191.8	109.5	214.3	1.4	1.2	0.8
		径間部	I-2	198.5	91.0	-	181.2	102.3	32.6	0.9	1.1	-
		中柱部	I-3	456.1	91.0	357.4	186.7	95.8	4.7	0.4	1.1	0.0
	中床版	隅角部	I-4	41.4	241.6	29.9	83.2	176.5	52.1	2.0	0.7	1.7
		径間部	I-5	19.5	241.6	-	28.5	169.5	7.8	1.5	0.7	-
		中柱部	I-6	50.1	241.6	42.6	64.6	181.0	2.5	1.3	0.7	0.1
	下床版	隅角部	I-7	391.8	319.0	414.3	393.5	316.6	411.2	1.0	1.0	1.0
		径間部	I-8	252.3	319.0	-	321.0	319.5	17.1	1.3	1.0	-
		中柱部	I-9	419.1	319.0	422.9	220.5	286.0	0.1	0.5	0.9	0.0
	側壁	上端部	I-10	137.2	256.0	91.0	194.6	252.5	104.5	1.4	1.0	1.1
		軌道階径間部	I-11	114.7	370.3	-	108.8	406.7	14.7	0.9	1.1	-
		下端部	I-12	391.8	414.3	319.0	392.9	483.7	273.0	1.0	1.2	0.9
	中床桁	支点部	I-13	193.5	-	214.7	136.7	343.5	210.7	0.7	-	1.0
		径間部	I-14	125.4	-	-	22.7	74.8	80.0	0.2	-	-
	下床桁	支点部	I-15	1378.5	-	1691.6	351.0	1081.0	711.1	0.3	-	0.4
		径間部	I-16	966.6	-	-	209.2	1081.0	711.1	0.2	-	-
	目1階柱	-	I-17	-	2955.9	-	-	2868.9	-	-	1.0	-
	軌道階柱	-	I-18	-	3380.0	-	-	3534.9	-	-	1.0	-

### 部材照査 (参考例)

部材・部位	上床版隅角部	下床版径間部	側壁上端部	側壁下端部	軌道階側壁上端部	上床桁支点部
断面	I-1	I-8	I-10	I-12	II-7	III-1
曲げモーメント M [KN・m]	191.80	321.00	194.60	392.90	135.50	314.60
軸力 N [KN]	109.50	319.50	252.50	483.70	683.20	204.40
せん断力 S [KN]	214.30	17.10	104.50	273.00	158.20	367.40
部材幅 b [cm]	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	120.0
部材高 h [cm]	60.0	85.0	55.0	55.0	75.0	145.0
有効高 d [cm]	53.0	78.0	48.0	48.0	68.0	138.0
一段目かぶり d1 [cm]	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
二段目かぶり d2 [cm]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
圧縮側かぶり d' [cm]	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
ヤング係数比 $n=Es/Ec$	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
鉄筋比 $P=As/(b*d)$ [%]	0.428	0.390	0.473	0.818	0.447	0.146
$u=d-h/2$ [cm]	23.000	35.500	20.500	20.500	30.500	65.500
$f=M/N+u$ [cm]	198.160	135.969	97.569	101.728	50.333	219.414
$f/d$	3.739	1.743	2.033	2.119	0.740	1.590
$d'/d$	0.132	0.090	0.146	0.146	0.103	0.051
$As'/(As1+As2)$	0.473	0.430	0.473	0.193	0.000	0.500
$M'=M+N*u$ [KN・m]	216.985	434.423	246.363	492.059	343.876	448.482
中立軸 X [cm]	17.008	28.698	17.970	21.890	57.421	36.702
C	6.298	5.595	5.516	4.829	3.296	7.717
S	13.326	9.612	9.217	5.760	0.607	21.299
$\sigma c$ [N/mm <sup>2</sup> ]	4.865	3.995	5.898	10.313	2.451	1.514
$\sigma s$ [N/mm <sup>2</sup> ]	154.411	102.951	147.838	184.520	6.775	62.699
$\tau$ [N/mm <sup>2</sup> ]	0.404	0.022	0.218	0.569	0.233	0.222
$\sigma ca$ [N/mm <sup>2</sup> ]	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
$\sigma sa$ [N/mm <sup>2</sup> ]	140.000	140.000	140.000	140.000	140.000	140.000
$\tau a$ [N/mm <sup>2</sup> ]	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850	0.850
判定	NG	OK	NG	NG	OK	OK