

### 5.5.6 応力検討による基本断面形状の検証

2次元設計で検討した造成アバットメントの基本形状は、転倒条件に対する安全性、及び基礎底面における剪断抵抗力が所要の安全率を満足できるように決定した。本項では、この基本断面形状に対し、2次元 F E M解析を行い内部発生応力を検証した。

#### 1) 解析条件

##### (1) 検討断面位置の設定

検討断面方向としてダム軸方向断面（造成アバットメント横断面）を考える。検討断面位置は、貯留水からの荷重が作用するため、応力変形上、最も厳しい状態となる堤体座乗部から上流側の断面1-1断面（上流張出断面）とし、検討を行った。

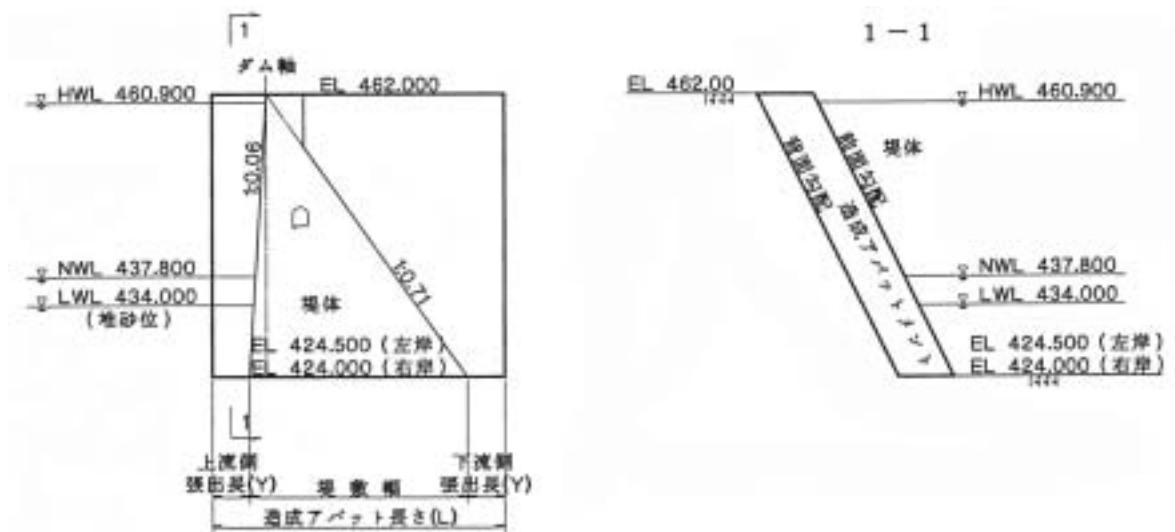


図 - 5.5.9 検討断面位置の設定

(2) FEM解析モデル（地質モデル）…図 - 5.5.10参照

基礎岩盤と造成アバットメント（コンクリート）のモデル化にあたっては、解析精度、及び地質条件を踏まえて以下に示すモデル設定を行った。

- 左岸アバット部に分布するはさみ層，及び未固結層は、その分布形態，及び弾性的性状を考慮して、2層の軟質層（上位：A4A-wp（シラス状），下位：A2-w（非溶結部））に代表させた水平モデルとする
- 右岸側に分布する溶結凝灰岩A3-wの非溶結部（D級）は、安全側に考えて、その直下に分布する未固結層A3-p（シラス状：D級）と同一モデルとする。
- 右岸アバット部に分布するはさみ層，及び未固結層は、その分布形態，及び弾性的性状を考慮して、1層の軟質層（A3-p：シラス状）に代表させた水平モデルとする。
- 造成アバットメント（コンクリート）については、要素厚が1.5m程度となるようなメッシュ分割とする。

(3) 解析ケース

検討ケースは2次元設計により決定された基本形状に対し、下表に示す5ケースを対象とした。なお、背面の地下水位は安全側にこれを考慮しないこととした。

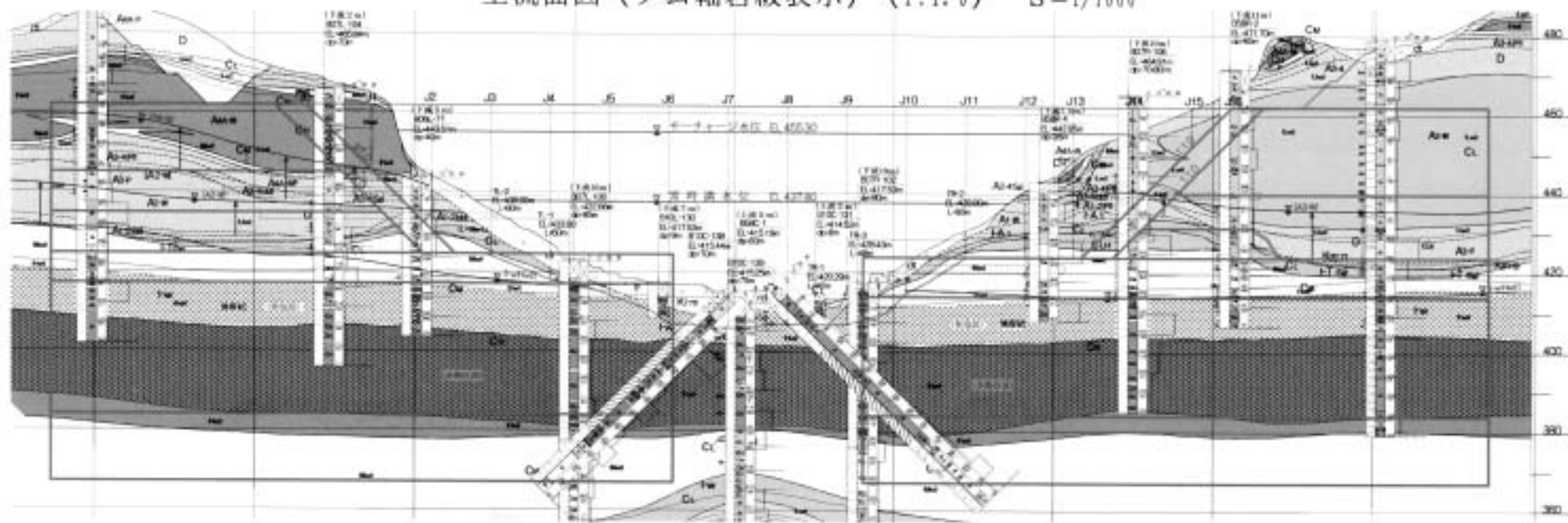
図 - 5.5.10に、一例としてケース の荷重作用図を示す。

表 - 5.5.6 解 析 ケ ー ス

解析ケース				貯水位	荷重状態
No.	荷 重 条 件	地震時 慣性力	地震時 動水圧		
	自重のみ	無	無	-	施工時の荷重状態
	自重 + 常時満水位（N.W.L）	無	無	EL.437.80m	定常的な荷重状態
	自重 + 設計洪水位（H.W.L）	無	無	EL.460.90m	一時的な荷重状態
	自重のみ	有	無	-	地震時の荷重状態
	自重 + 常時満水位（N.W.L）	有	有	EL.437.80m	地震時の荷重状態

基礎岩盤標高（左岸）EL.424.50m（右岸）EL.424.00m

上流面図（ダム軸岩級表示） (1:1.0) S=1/1000



5 - 89

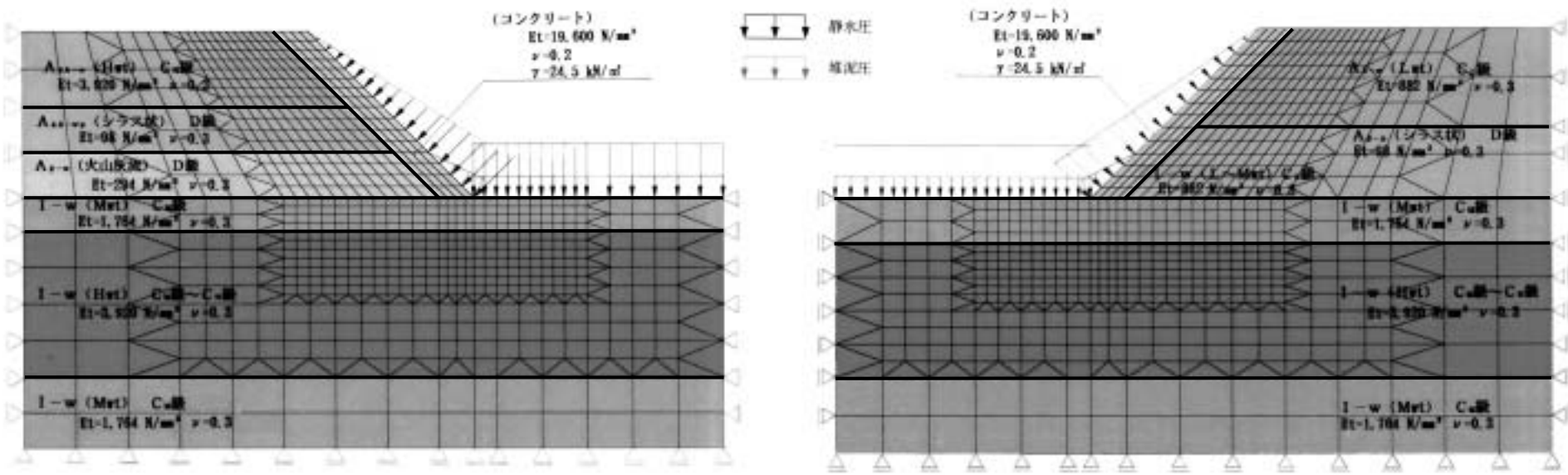


図 - 5.5.10 FEM解析モデル（地質モデル）

## 2) 解析結果

各検討ケースの計算結果を整理すると以下の通りである。なお、各ケースの主応力図（ベクトル図）を図 - 5.5.11～5.5.15に示す。

表 - 5.5.7 FEM解析結果

検討ケース（勾配1:1）			造成アバットメント内部応力(N/mm <sup>2</sup> )			
No.	荷重条件	地震	左岸側		右岸側	
			最大圧縮応力	最大引張応力	最大圧縮応力	最大引張応力
	自重のみ	無	(+)1.20	(-)0.42	(+)1.04	(-)0.32
	自重+N.W.L	無	(+)1.13	(-)0.43	(+)1.03	(-)0.31
	自重+H.W.L	無	(+)2.26	(-)0.93	(+)2.03	(-)1.11
	自重のみ	有	(+)1.25	(-)0.45	(+)1.08	(-)0.39
	自重+N.W.L	有	(+)1.16	(-)0.45	(+)1.00	(-)0.38

注) 上記の正負号は、図 - 5.5.11～5.5.15に示した解析結果図の正負号とは逆符号で表記している。

## 3) 荷重条件毎の応力評価

### (1) 施工時（自重のみ）に作用する荷重に対する評価（ケース ）

最大引張応力は左岸側で - 0.4N/mm<sup>2</sup>、右岸側で - 0.3N/mm<sup>2</sup>程度が軟質層とその上位の硬質層との境界部付近に発生し、最大圧縮応力（左岸側で + 1.2N/mm<sup>2</sup>、右岸側で + 1.0N/mm<sup>2</sup>程度）が最大引張応力発生要素の反対側（純厚方向）となる表層部（貯水池側）で発生する。これらの応力値は、コンクリート強度（ $f'_{ck}=20.0$  N/mm<sup>2</sup>程度、 $f_{tk} = f'_{ck}/10$ ）に比べ十分に小さく、発生応力として問題とはならないと評価した。

### (2) 常時作用する荷重（常時満水位）に対する評価（ケース ）

作用水深が小さいため、施工時（自重のみ作用）と同等の応力状態を示し、その最大引張応力は左岸側で - 0.4N/mm<sup>2</sup>、右岸側で - 0.3N/mm<sup>2</sup>程度である。

また、最大圧縮応力は左岸部で + 1.1N/mm<sup>2</sup>、右岸部で + 1.0N/mm<sup>2</sup>程度発生している。この発生箇所について、右岸側で施工時（自重のみ）と異なった位置となっているが、圧縮応力の分布傾向としては同等であり、変形形状に差はないと判

断した。

以上より、発生応力はコンクリート強度に比べ十分に小さく、定常的に発生する応力として問題とはならないと評価した。

(3) 洪水時に作用する荷重（設計洪水位）に対する評価（ケース ）

設計洪水時において、左岸側で  $-0.9 \text{ N/mm}^2$ 、右岸側で  $-1.1 \text{ N/mm}^2$  程度の最大引張応力が、軟質層との境界部(上位標高部)付近に発生している。また最大圧縮応力は、左岸側で  $+2.3 \text{ N/mm}^2$ 、右岸側で  $+2.0 \text{ N/mm}^2$  程度を示し、発生箇所は最大引張応力が発生した箇所の反対側（純厚方向）における表層部（貯水池側）となっている。

これらの発生応力は他のケースに比べおよそ2倍の値であるが、いずれもコンクリート強度の範囲内であり、一時的に作用する応力であることも考慮すれば、応力上の問題とはならないと評価した。

(4) 地震時に対する評価（ケース 、ケース ）

堤体から地山側へ地震時慣性力，地震時動水圧（常時満水位時）を作用させたケース（設計震度0.12：中震帯）について、施工時（自重のみ）および常時満水位時いずれのケースでも、常時（地震なし）と比べた応力値の増加量は  $0.1 \text{ N/mm}^2$  以下である。これより内部発生応力はコンクリートの強度に対し十分小さく、地震時に対しても、これらの発生応力は問題とならないと評価した。

以上より、いずれのケースについても応力的な問題は生じないと判断される。

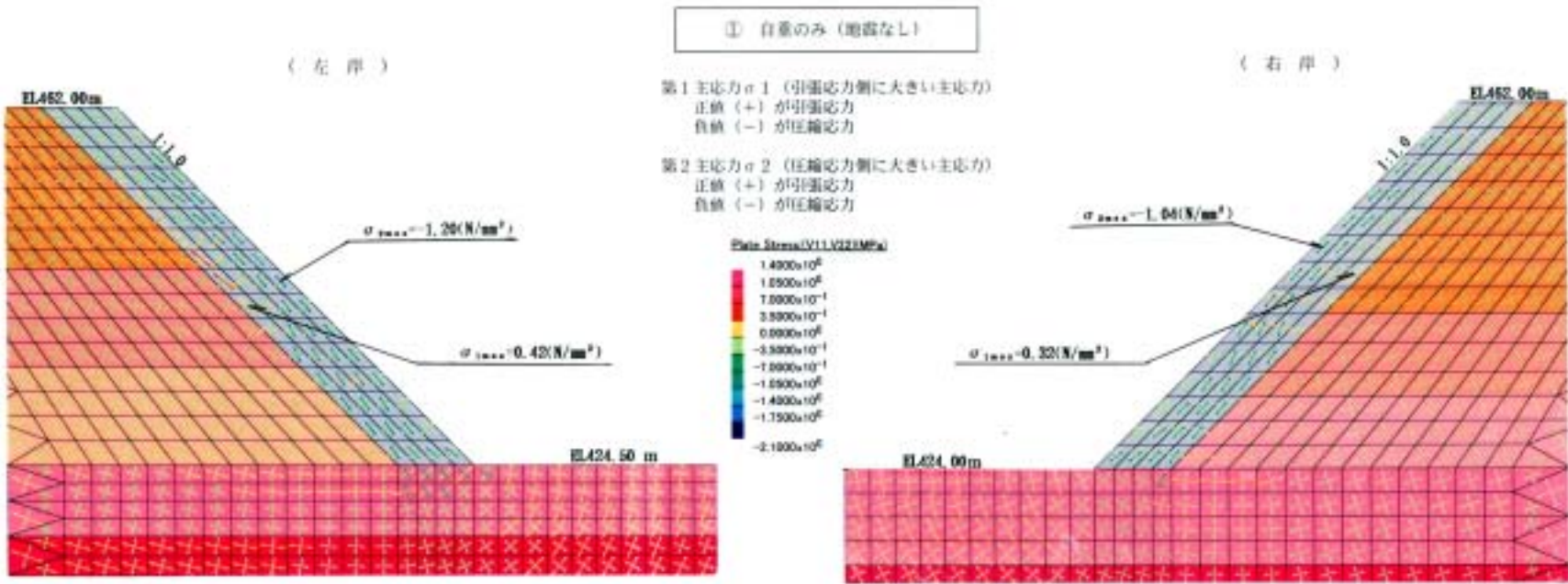


図 - 5.5.11 FEM解析結果 主応力ベクトル図 自重のみ (地震なし)

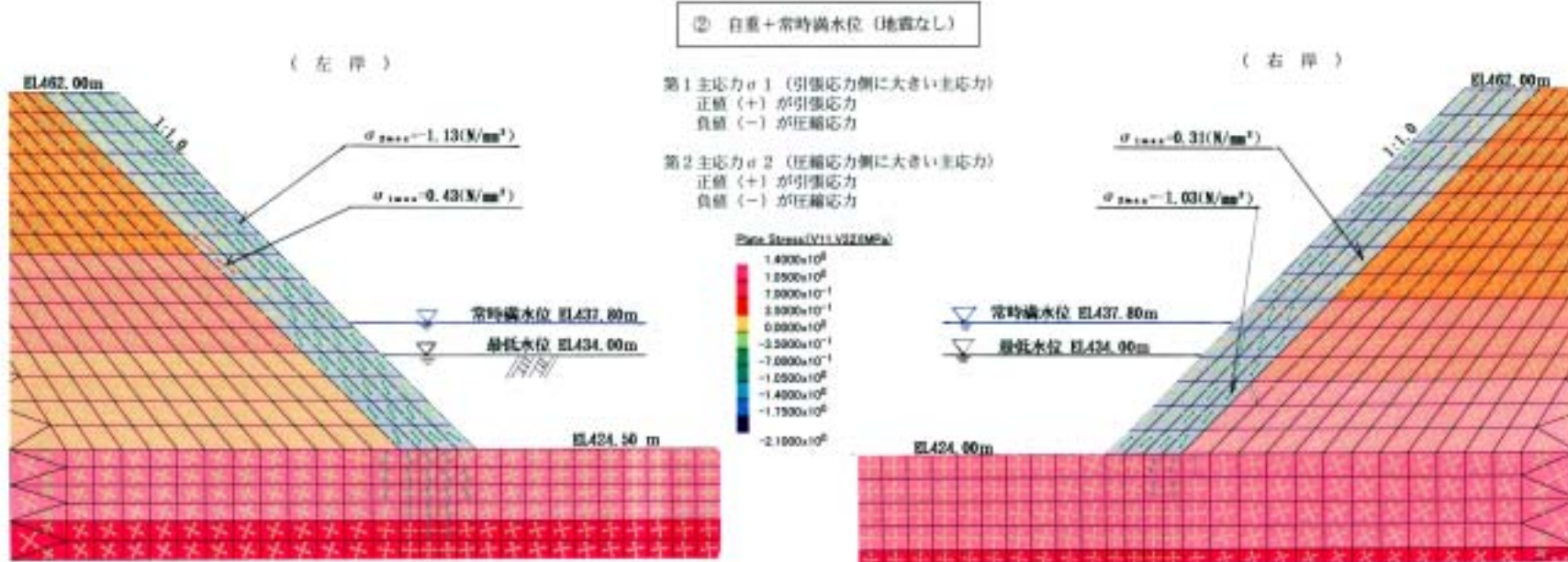


図 - 5.5.12 FEM解析結果 主応力ベクトル図 自重 + 常時満水位 (地震なし)



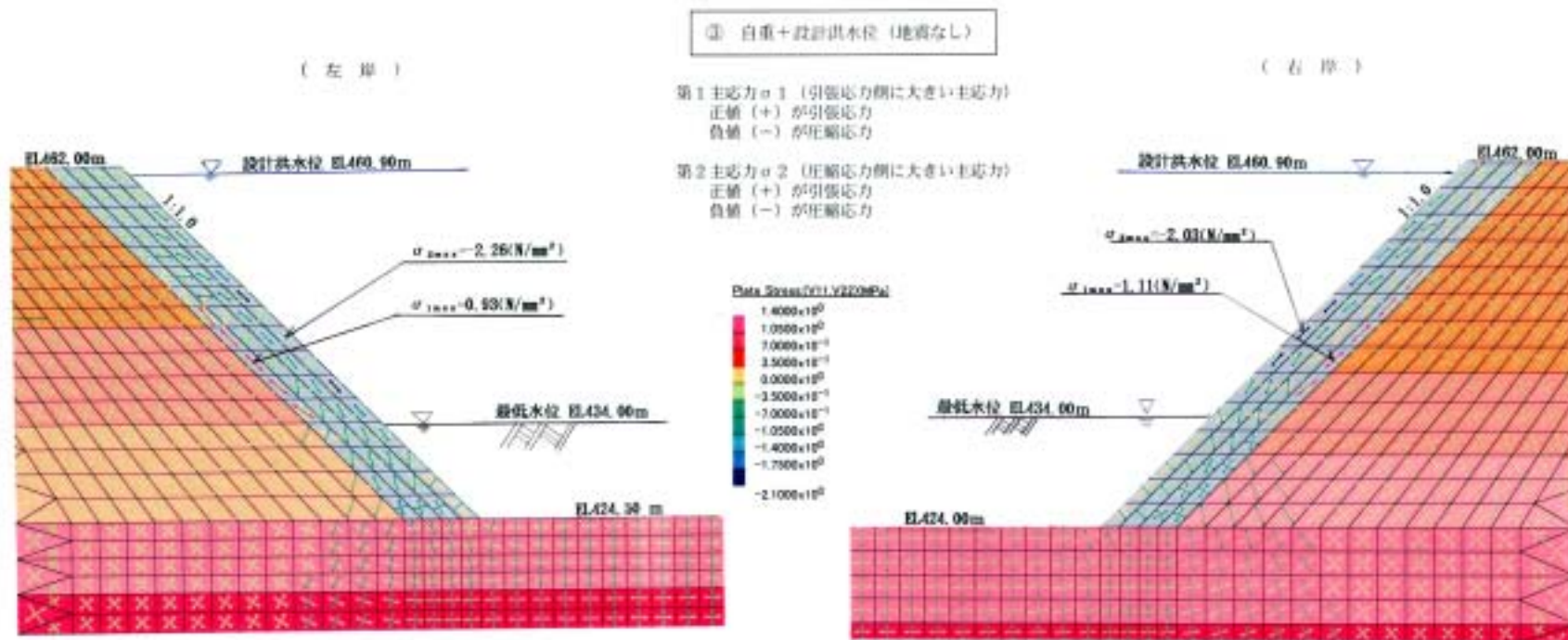


図 - 5.5.13 FEM解析結果 主応力ベクトル図 自重 + 設計洪水位 (地震なし)

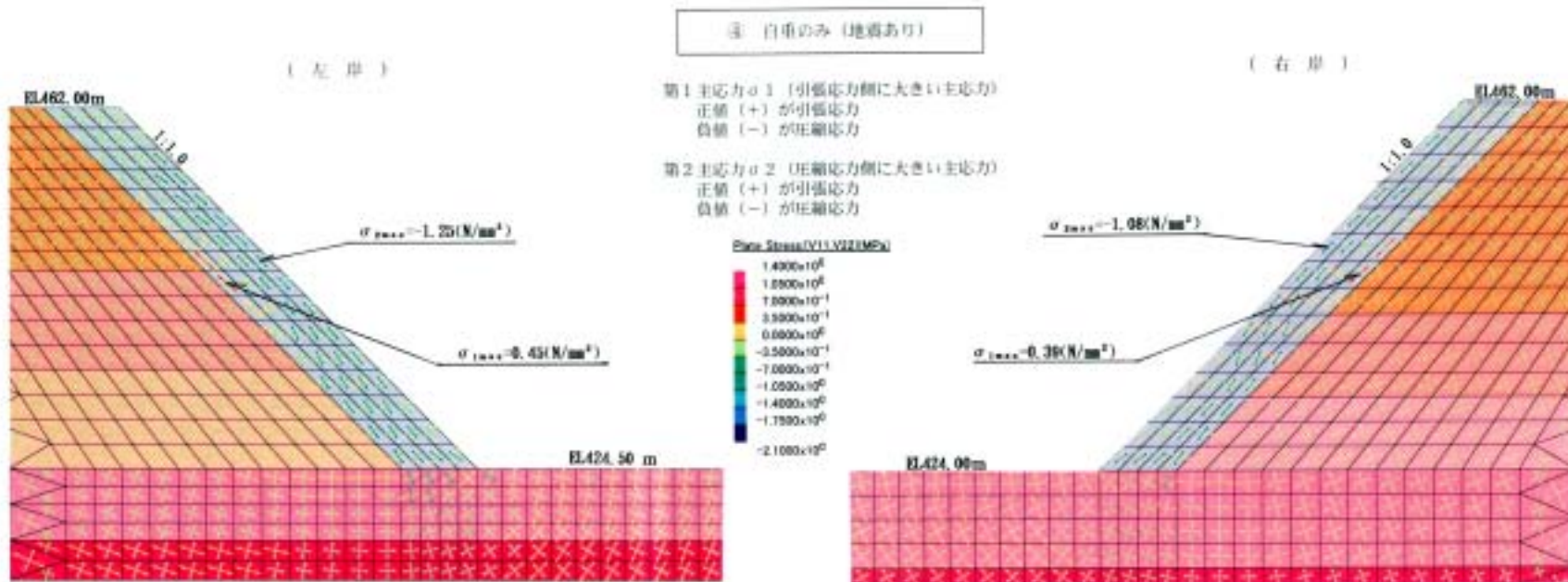


図 - 5.5.14 FEM解析結果 主応力ベクトル図 自重のみ (地震あり)

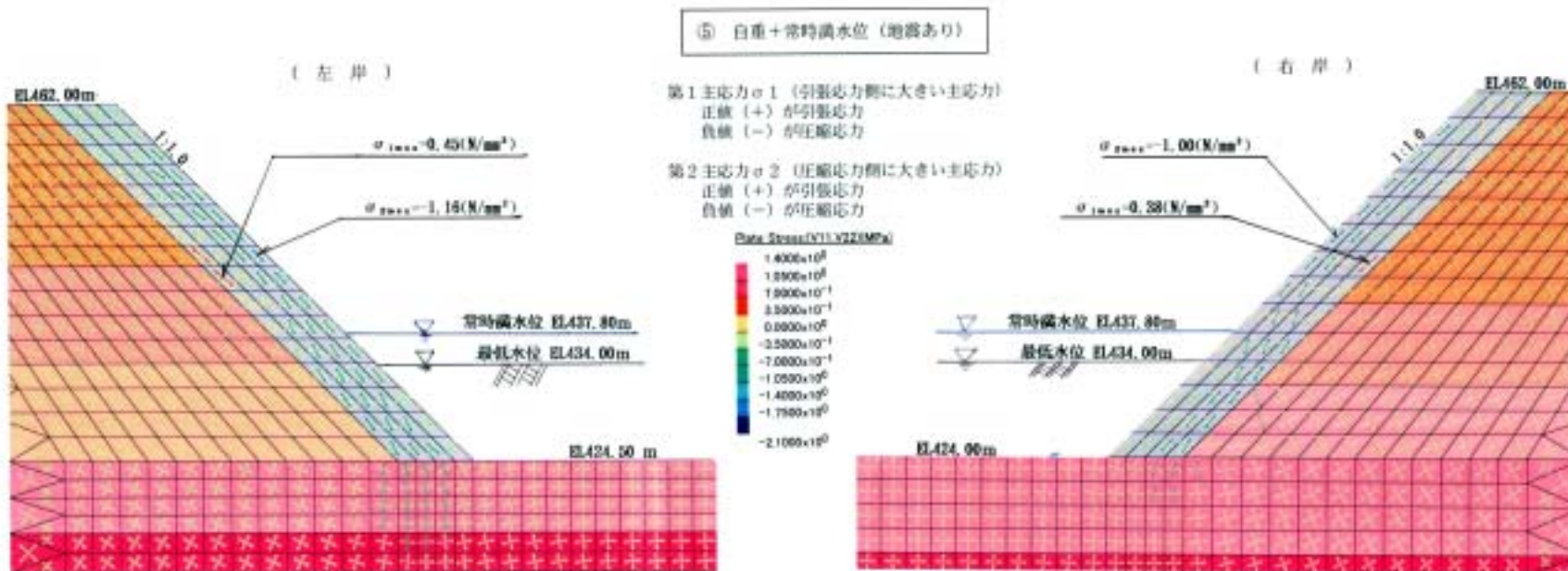


図 - 5.5.15 FEM解析結果 主応力ベクトル図 自重 + 常時満水位 (地震あり)



## 5.6 西之谷ダム造成アバットメント設計計算（傾斜型）

### 5.6.1 造成アバットメント基本形状の算定

現計画である箱型連続地中壁工に対して、新たなアバット処理工として造成アバットメント工を提案し、本ダムへの適応性について検討した。

#### 1) 造成アバットメントの基本的な考え方

造成アバットメントは、ダムアバット部の入戸火砕流堆積物（シラス）をオープンにより掘削した後、堤体同様、城山層を基礎岩盤（EL 45.0m）として造成する。

造成アバットメントの設置勾配を検討するにあたっては、アバットメント造成後も入戸火砕流堆積物との密着を保てる程度の作用荷重とすることが望ましい。

造成アバットメントの厚さ（ $T$ ）及び長さ（ $L$ ）は、造成アバットメントに作用する上下流方向の水平力に対して、造成アバットメント底面（城山層）のせん断抵抗力により、所要のせん断安全率（4以上）を確保するよう決定する。

#### 2) 造成アバットメントの形状

造成アバットメントの基本形状の検討は、以下の流れで実施した。

背面勾配の検討

安定検討（施工時）

ダム軸方向の荷重に対する安定検討（厚み（ $T$ ）の決定）

安定検討（完成後）

上下流方向の荷重に対する安定検討（長さ（ $L$ ）の決定）

造成アバットメント機能を考慮した規模の検討

地山へのスムーズな応力伝達に配置した形状決定

図 - 5.6.2に検討フロー及び検討結果を示す。

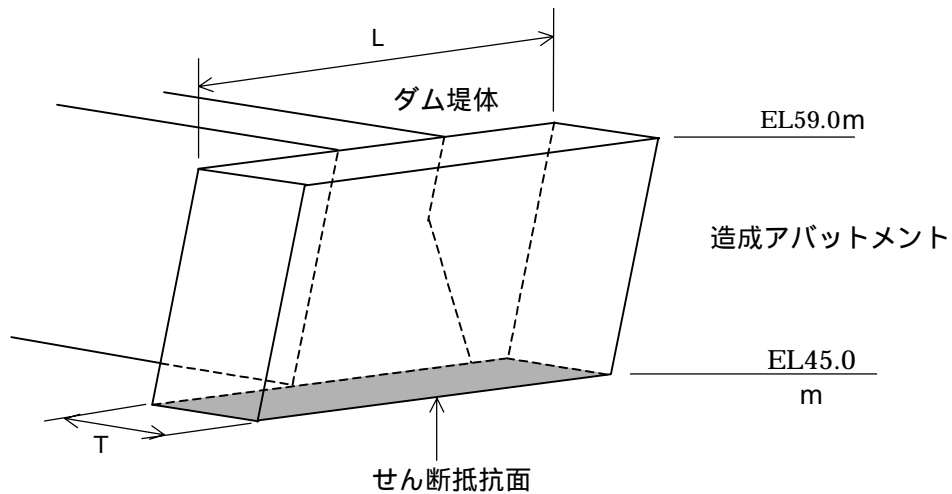
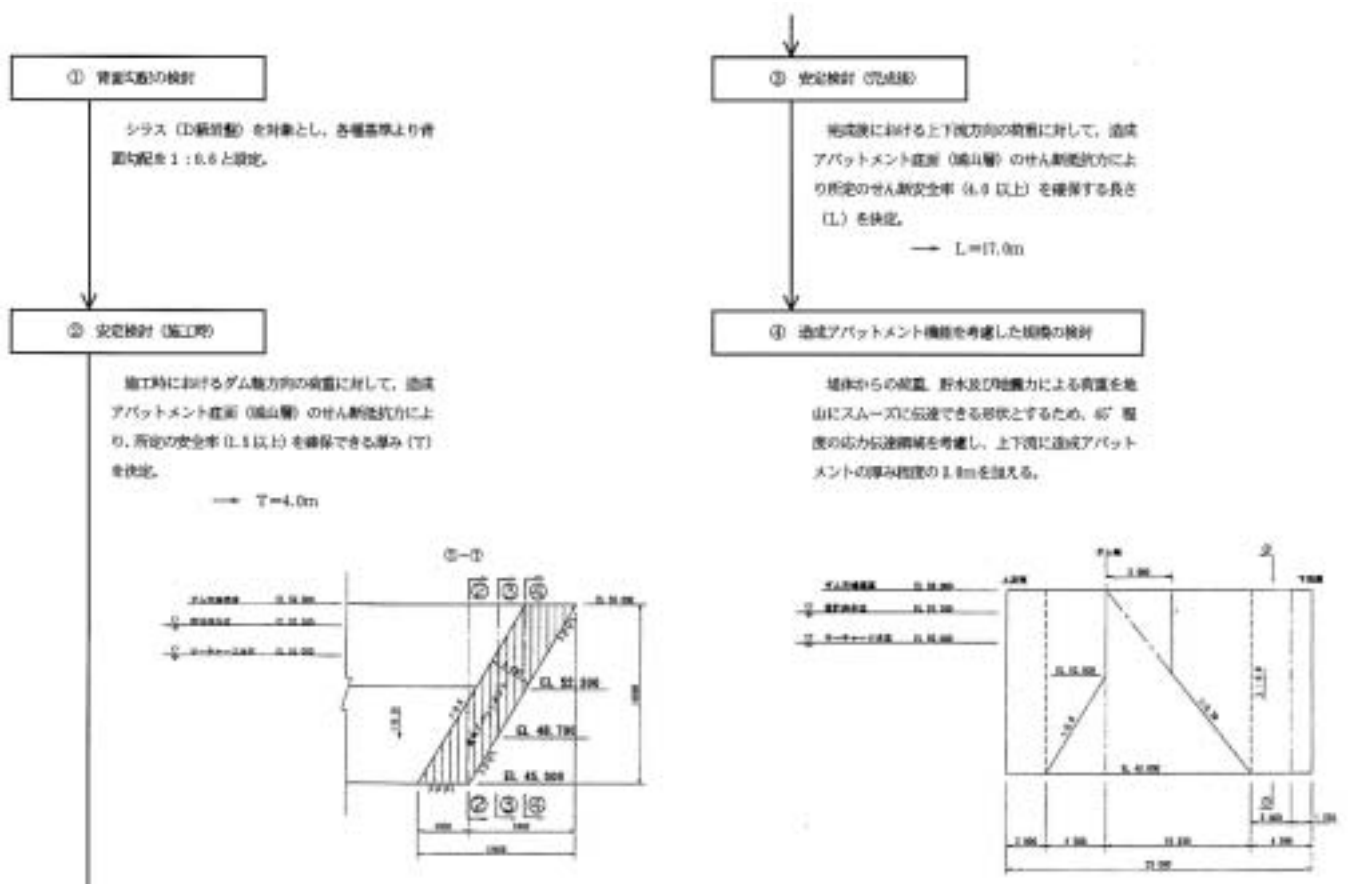


図 - 5.6.1 ダム～造成アバットメントの模式図



【参考：造成アバットメント基本形状】

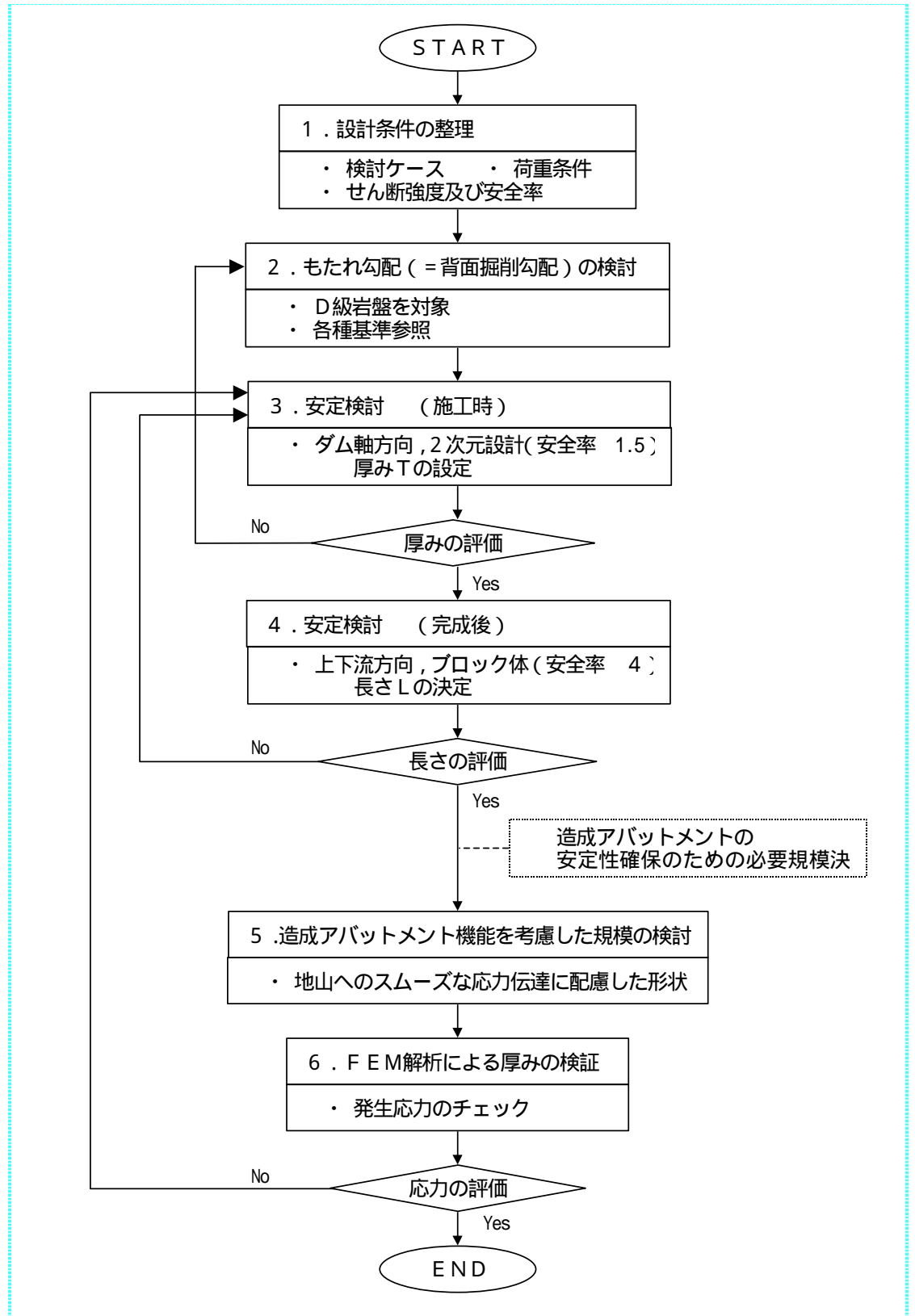


図 - 5.6.3 造成アバットメントの基本形状検討フロー図

### 3) 設計条件

- 荷重の組合せ

造成アバットメントの基本形状決定に際して、考慮する荷重は表 - 5.6.1 ~ 5.6.2の通りである。

表 - 5.6.1 荷重の組合せ ( 施工時 )

条 件 荷 重	施 工 時 ( ダム軸方向 )	備 考
自 重		
背 面 水 圧		地下水位
揚 圧 力		

表 - 5.6.2 荷重の組合せ ( 完成後 )

条 件 荷 重	設 計 洪 水 位 ( 上下流方向 )	サーチャージ水位 ( 上下流方向 )	備 考
自 重			
静 水 圧 ( 波 浪 高 )	( 0.74m )	( 0.81m )	下流方向 背面方向
背 面 水 圧 ( 地下水位 )			
地震時慣性力		( 50% )	K=0.12
動 水 圧		( 50% )	下流方向
水 重			堤体上流側
揚 圧 力			
外 力			乗座堤体からの 鉛直力・水平力

常時満水位 ( EL43.0 ) については造成アバットメント基礎標高より下位になることから、空虚時と同様の状態となる。

- 造成アバットメント安定計算の考え方

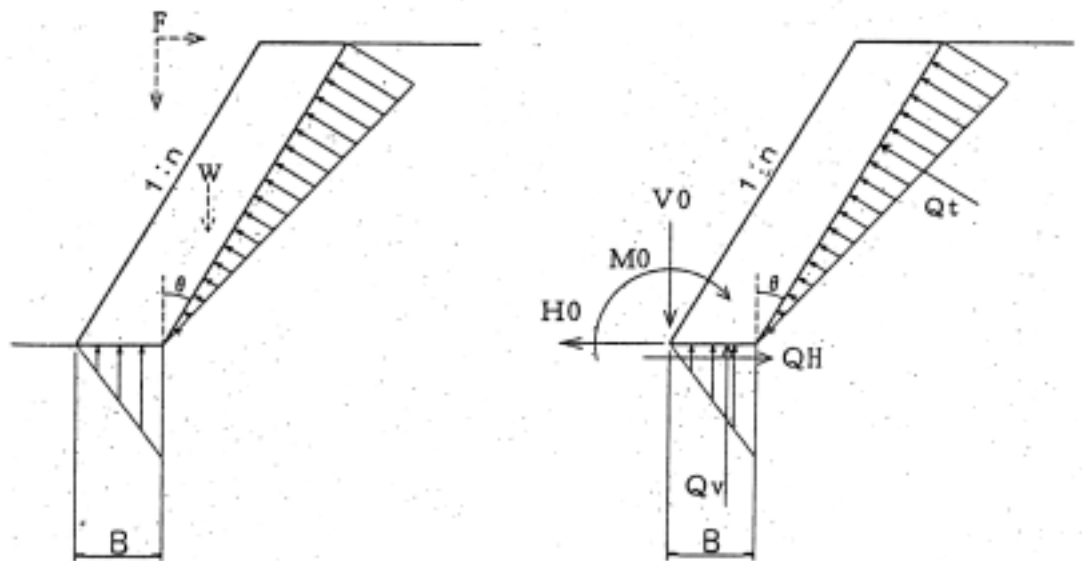
造成アバットメントの安定性については、安全側を考え、基礎岩盤となる城山層のみで、せん断抵抗を考えることとした。

そのためには、せん断抵抗検討の対象面とする水平基礎面 ( 城山層 ) に作用



する鉛直力を求める必要があるが、これは基礎部の鉛直地盤反力及び傾斜部の壁面地盤反力の内、基礎部の鉛直地盤反力によって推定される。

ここでは、図 - 5.6.4に示すような三角形分布を考え、ダム軸方向の作用力のつり合い条件より、鉛直地盤反力 ( $Q_v$ ) を求めることとし、その値を水平基礎面 (城山層) に作用する鉛直力として、上下流方向のせん断抵抗検討を行うこととした。



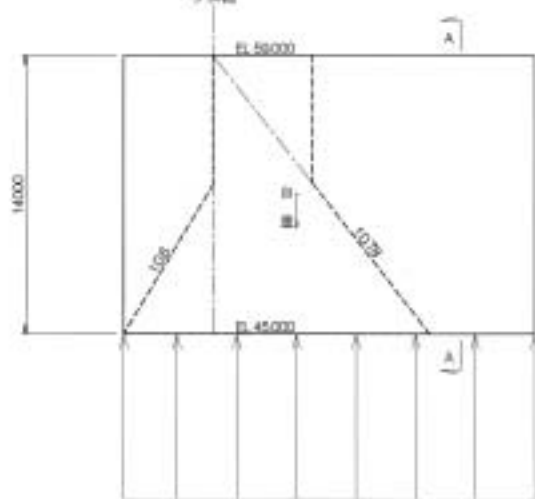
- ここに、  $H_0$  : 自重と外力による水平力  
 $V_0$  : 自重と外力による鉛直力  
 $M_0$  : 自重と外力によるモーメント ( $W$  : 自重,  $F$  : 外力)  
 $Q_H$  : 底面の水平地盤反力の合力  
 $Q_v$  : 底面の鉛直地盤反力の合力  
 $Q_t$  : 底面の壁面地盤反力の合力

図 - 5.6.4 造成アバットメントの地盤反力分布の仮定

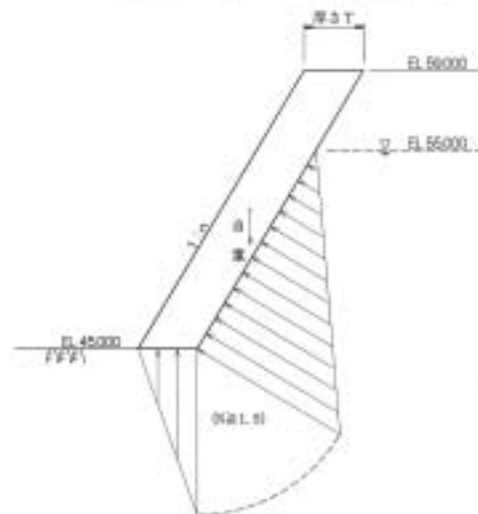
• 荷重図

造成アバットメント安定計算にあたっての作用荷重状態を示した荷重図を 図 - 5.6.5に示す。

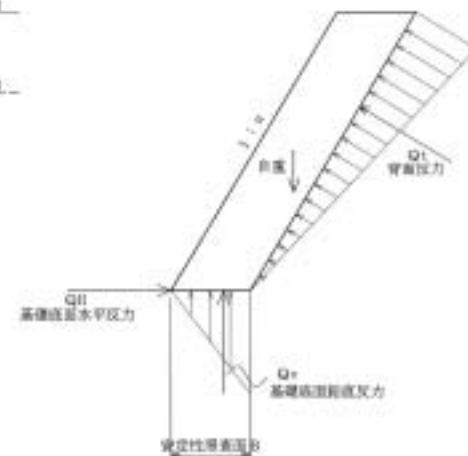
① ( 施工時 ) → 二次元計算  
造成アバットメント縦断面図



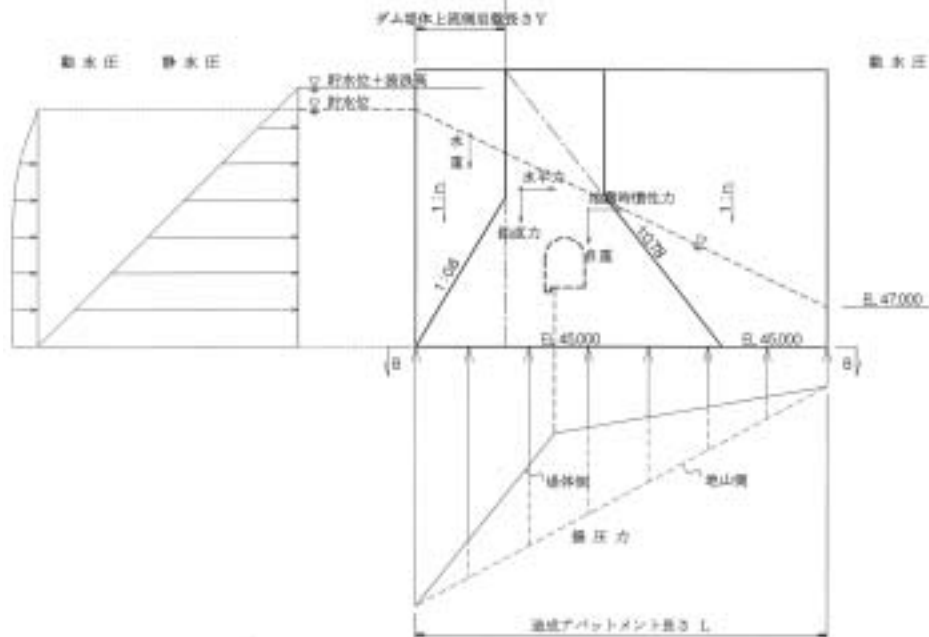
造成アバットメント断面図 (A-A)



(地盤反力の仮定：ダム軸方向断面)



② ( 完成後 ) → ブロック体として計算  
造成アバットメント縦断面図



基礎平面図 (EL45.0m)



造成アバットメント断面図  
(傾斜部反力算出用)

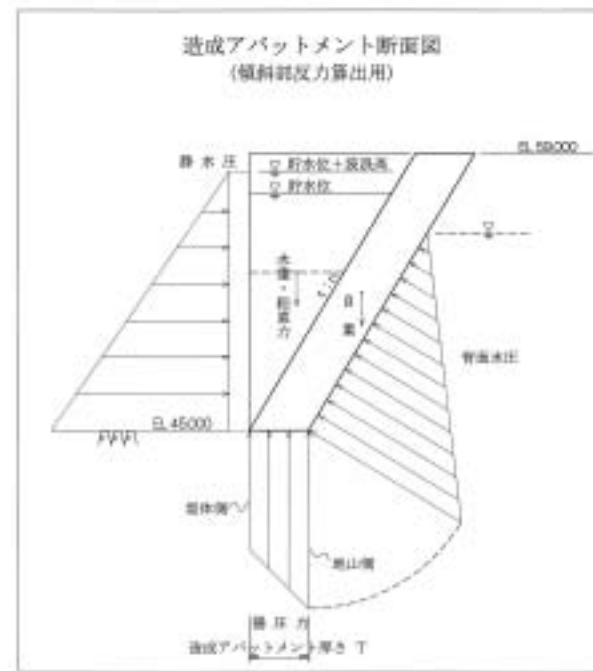


図 - 5.6.5 造成アバットメントに作用する荷重の考え方

4) 基本形状の検討

(1) 掘削勾配 (= 造成アバットメント勾配)

造成アバットメント背面部の入戸火砕流 (シラス) の掘削勾配は、掘削対象部の物性値を考慮して、以下に示したシラス切土勾配に関する各種基準及び労働安全衛生規則を参考に決定した。

- a . 道路事業の手引き (鹿児島県道路建設課・道路維持課)
- b . しらす地帯における土工設計施工指針 (鹿児島県しらす対策研究会 1975) など

表 - 5.6.3 シラス切土法面の勾配の標準 (道路事業の手引き) 抜粋

土質の区分	勾 配 ( 割 )		指標硬度 ( mm )
	湧水が無い場合	湧水がある場合	
硬 質 シ ラ ス	0.5 ~ 0.8	1.0程度	30 ~ 33
中 硬 質 シ ラ ス	0.5 ~ 0.8	1.0程度	27 ~ 30で植生困難
	0.8 ~ 1.0	1.0 ~ 1.2	25 ~ 27植生容易
軟 質 シ ラ ス	0.8 ~ 1.2	1.0 ~ 1.2	20 ~ 25
極 軟 質 シ ラ ス	1.0 ~ 1.5	1.0 ~ 1.5	20以下

表 - 5.6.4 シラスの切土のり勾配 (しらす地帯における土工設計施工指針)

土質の区分	のり面勾配 ( 割 )	適 要 注) ただし、直高2m以上に適用
硬質しらす	1 : 0.3 より緩	植生困難
中硬質しらす	1 : 0.5 より緩	土壤硬度おおよそ27mm以上で植生困難
	1 : 0.6 より緩	" 27mm以下で植生可能
軟質しらす	1 : 0.8 より緩	" 25mm以上で植生可能

表 - 5.6.5 シラスにおけるN値と硬度の関係

分 類	極軟質シラス	軟 質 シ ラ ス	中硬質シラス	硬 質 シ ラ ス
N 値	8以下	9 ~ 13	14 ~ 42	43以上
指標硬度	20以下	20 ~ 25	25 ~ 30	30 ~ 33

本ダムにおける掘削の対象となるシラス地山の物性値を整理すると下表のようになる。

造成アバットメントは、D級岩盤以上の新鮮部に着岩させる方針である。この掘削対象岩盤は、下表のようにN値が平均値でN = 29程度以上を有し、露頭における指標硬度は平均で28程度以上となる。

平均値及び敷居値範囲の最低値を用いて、表 - 5.6.6により本ダムにおける地山シラスの評価を行うと、中硬質シラス(硬質に近い)～硬質シラスに分類される。

表 - 5.6.6 入戸火砕流堆積物の物性値

		N 値		指標硬度 (露頭)	備 考
		試験値分布	敷居値		
E		9.3 ± 4.6 (n=33)	N < 20	26.6 ± 1.2 (n=16)	
D	D2	28.9 ± 5.0 (n=40)	20 N < 40	27.8 ± 0.8 (n=16)	
	D1	49.9 ± 13.9 (n=88)	40 N	-	平均値 ± 標準偏差

以上、入戸火砕流(新鮮部)D級岩盤は、中硬質(硬質に近い)～硬質シラスに分類されることがわかるが、これを鹿児島県の基準を適用すると、湧水対策を前提として、標準的な掘削勾配は1 : 0.5 ~ 1 : 0.8の範囲となる。

一方、労働安全衛生規則によると、シラスがその他の地山(5m以上)に分類されると考えると、掘削面の勾配は60° (1:0.577)以下とされている。

入戸火砕流(シラス)の掘削勾配は、安定勾配以上になるとアンカー工などの対策工が必要になること、また造成アバットメントとの密着性を高めるためにはある程度の荷重を分担させることも必要であることから、基準内での掘削勾配で設定するものとした。

よって、入戸火砕流(新鮮部)の掘削勾配は、シラス掘削基準で求まる1 : 0.5 ~ 1 : 0.8のうち、労働安全衛生規則に基づく最急勾配である1 : 0.6とする。

・造成アバットメント勾配 (= 掘削勾配) 1 : 0.6



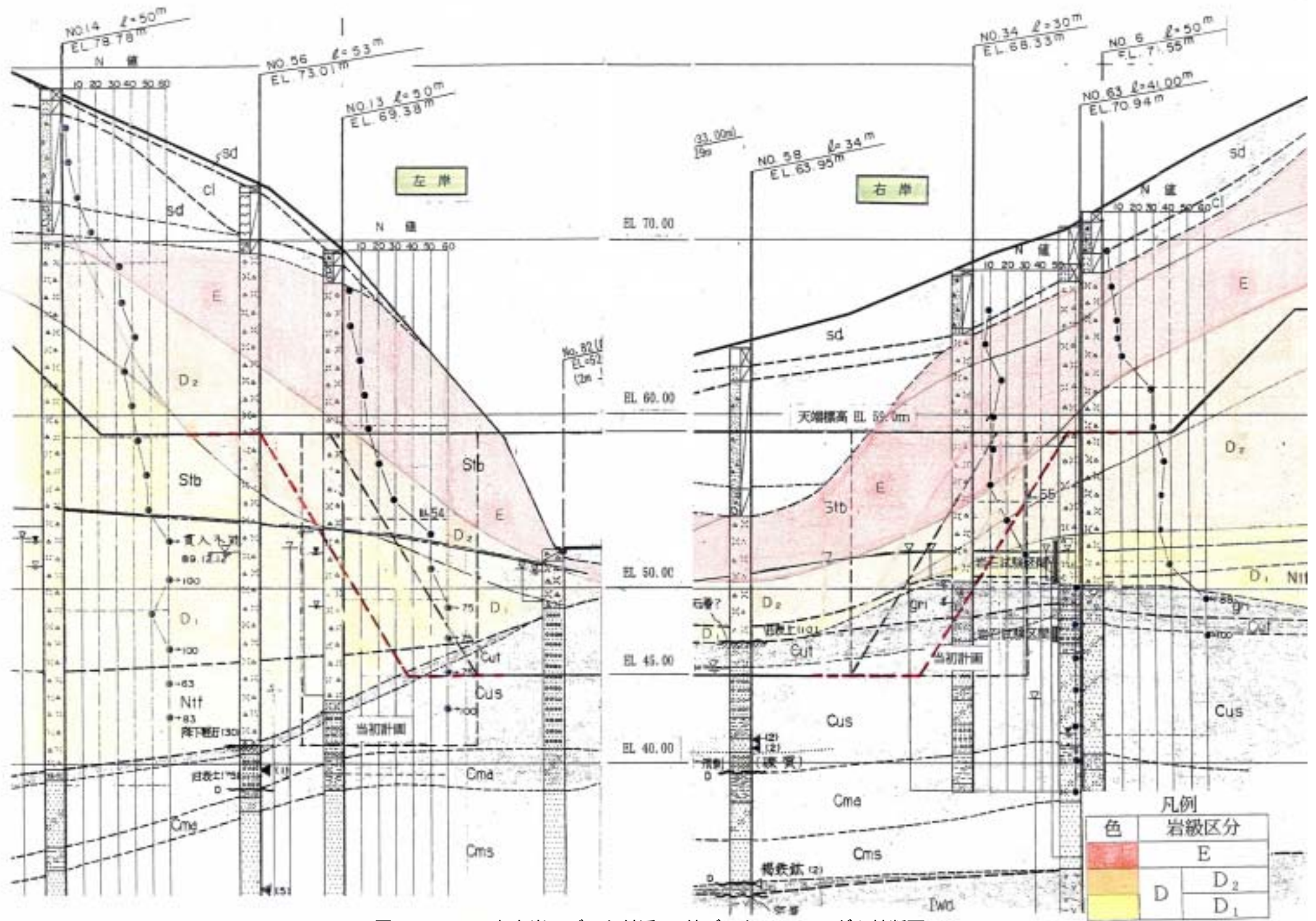


図 - 5.6.6 左右岸アバット付近のN値データ (G - G' = ダム軸断面)

(2) 造成アバットメントの厚さ

造成アバットメントの厚さ ( T ) は、施工時における作用力 ( ダム軸方向 ) に対して、造成アバットメント底面 ( 城山層 ) のせん断抵抗力により、所要のせん断安全率 ( 1.5以上 ) を確保できるような厚みにより決定した。

これより、造成アバットメントの厚さ ( T ) は、概ね4.0m以上であれば所要の安全率を満足することから、造成アバットメントの厚さを最小の4.0mとした。

表 - 5.6.7 造成アバットメント厚さとせん断安全率の関係 ( 施工時 )

造成アバットメント厚さ T ( m )	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	
せん断安全率	0.877	1.253	1.573	1.866	2.147	> 1.5

(3) 造成アバットメントの長さ

造成アバットメントの長さ ( L ) は、完成後における作用力 ( 上下流方向の水平力 ) に対して、造成アバットメント底面 ( 城山層 ) のせん断抵抗力により、所要のせん断安全率 ( 4以上 ) を確保するよう決定する。

なお、ダム堤体上流側の造成アバットメントの長さ ( Y ) を、マット形式検討に準じ、ダム軸よりフィレット下端までの4.5mと設定した。

これより安全率4以上を満たす、造成アバットメントの必要長さ ( L ) は、17.0 mとなり、堤体底敷幅に対して1.5m程度を張り出す規模に収まる。

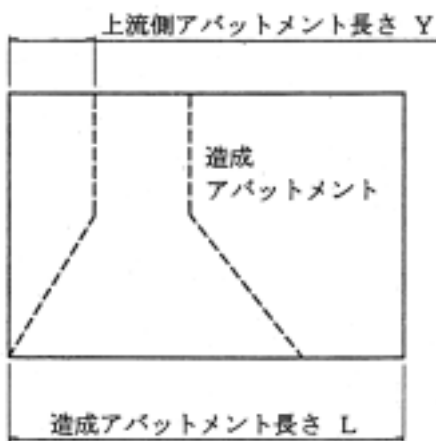


表 - 5.6.8 造成アバットメントのせん断安全率 ( T=4.0m )

水位条件	設計洪水水位	サーチャージ水位	備考	
造成アバットメント長さ L ( m )	15.5	3.724	3.892	= 堤体底敷幅
	16	3.818	3.963	
	17	4.006	4.104	採用
	18	4.193	4.240	
	19	4.381	4.373	
	20	4.569	4.502	

(4) 造成アバットメントの基本形状

以上の検討結果を整理すると、造成アバットメント構造の安定上必要となる基本形状は、以下ようになる。(厚さ:4m, 必要長さ:17m, 設置勾配1:0.6)

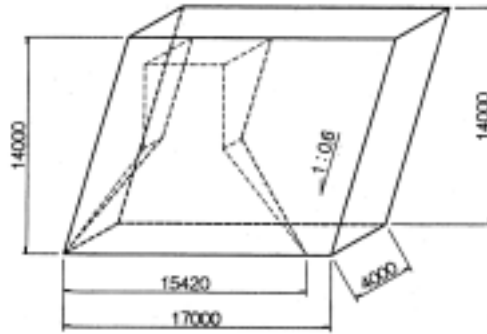


図 - 5.6.7 造成アバットメント基本形状図 (概要図)

(5) 造成アバットメントとしての機能を考慮した基本形状

造成アバットメントの長さに関しては、造成アバットメントの構造体としての安定上からの必要長さが17mで、堤体基本形状堤敷き幅(約15.5m)程度となっている。

造成アバットメントとしてはその構造自体が安定条件を満足し、造成アバットメントとしての機能、すなわち堤体からの荷重、貯水及び地震力による荷重を地山にスムーズに伝達できる形状であることが必要となる。よって、図 - 5.6.8に示すように堤体幅から45°程度の応力伝達領域を考慮し、上流及び下流に厚み程度の長さ3mを加えることとした。

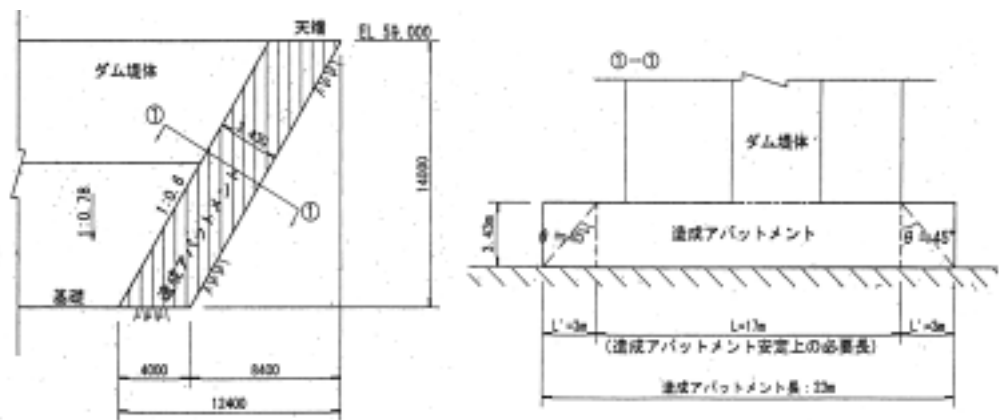


図 - 5.6.8 造成アバットメントの機能を考慮した長さ

### 5.6.2 造成アバットメント応力解析

造成アバットメントとしては、水平部（底面）で城山層，傾斜部（背面）で主として入戸火砕流に着岩することとなるが、その両者と造成アバットメント（コンクリート）の変形特性が異なるため、発生応力に対する注意が必要となる。そこで、2次元FEM解析手法を用いて、応力解析を行った。

#### 1) 解析条件の検討

##### 物性値の設定

基礎岩盤の弾性係数は、孔内水平載荷試験の結果から換算して求められた値を用い、造成アバットメントは、コンクリートの弾性係数を用いた。

表 - 5.6.9 解析に用いる物性値の一覧

	弾性係数 E N/mm <sup>2</sup> (kgf/cm <sup>2</sup> )	ポアソン比	単位体積質量 kN/m <sup>3</sup> (tf/m <sup>3</sup> )	備 考
造成アバットメント	24,500 (250,000)	0.2	22.5 (2.3)	コンクリート
城 山 層 (Cus)	392 (4,000)	0.3	-	C級岩盤
入戸火砕流 (Stb)	294 (3,000)	0.3	-	D級岩盤

なお、シラスのポアソン比は、文献によると0.3~0.5程度である。

##### 検討断面

検討断面としては、ダム軸方向断面（造成アバットメント横断面）を考え、貯水による荷重が作用する堤体座乗部から上流側の断面が最も厳しい状態となるため、堤体上流側で貯水位が全高に渡って作用する断面(下図中 - )を考える。

また、堤体の乗座している断面（下図 - ）についても、堤体形状に応じた堤体自重を考慮して検討を行うこととした。



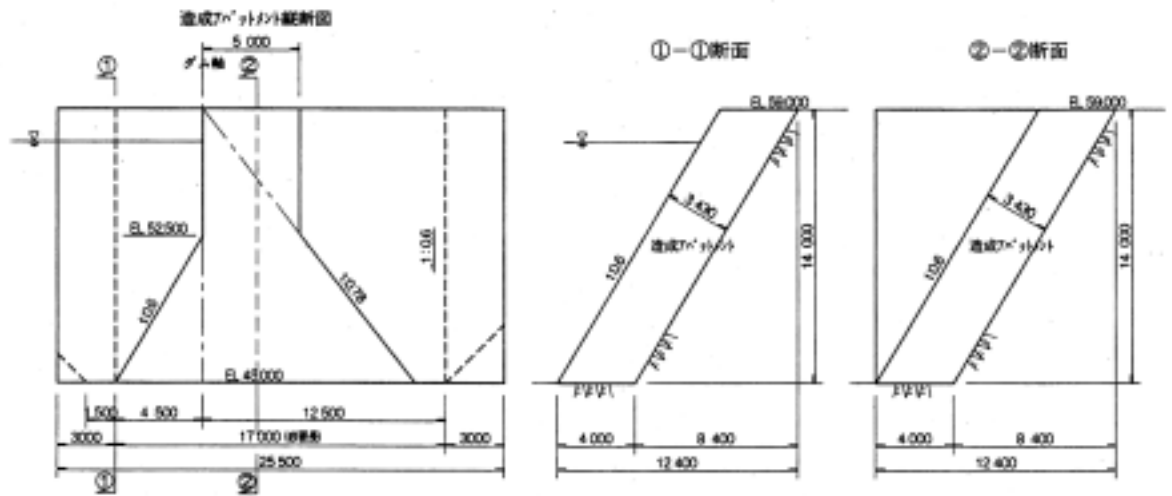


図 - 5.6.9 検討断面位置図

#### 検討ケース

- 断面における検討ケースとしては、最も厳しい状態であると考えられる設計洪水位時を対象とした。また、
- 断面については造成アバットメントの自重のみを考慮した。

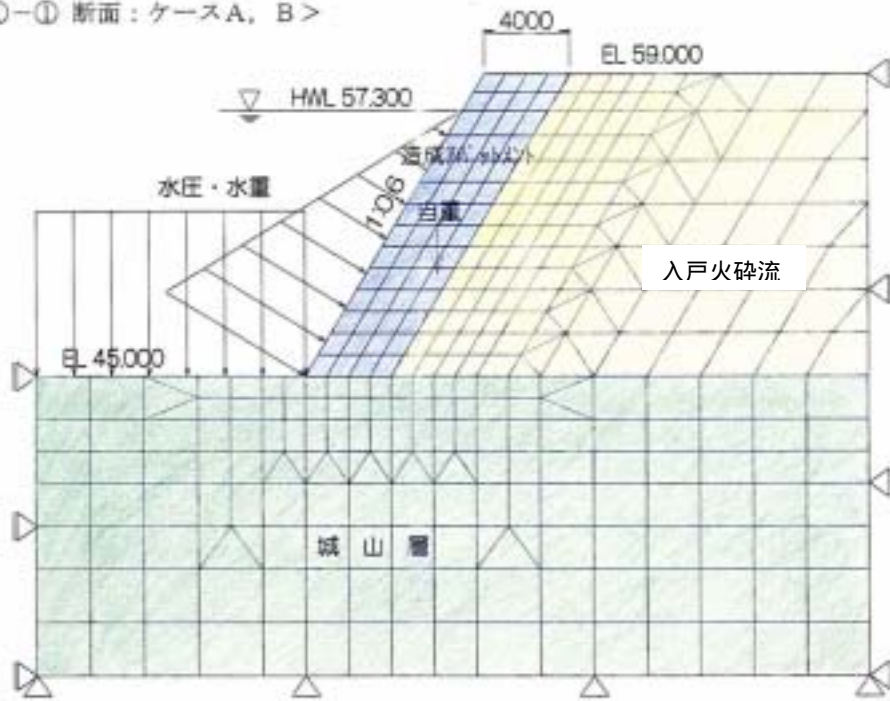
表 - 5.6.10 検討ケース

検討断面	検討ケース	備考
- 断面	A . 自重のみ	堤体自重は、乗座する堤体自重を造成アバットメント全体で負担すると考え、計算要素列毎にダム横断面面積と造成アバットメント面積の比を単重に乗じて換算したものである。
	B . 設計洪水位 + 自重	
- 断面	C . 自重 + 堤体自重	

#### 解析モデル及び拘束条件

図 - 5.6.10に示すように、モデル化の範囲は、造成アバットメントの高さ分を造成アバットメントの前面側、背面側及び鉛直下方向で確保することとし、各境界面の直角方向を拘束した。造成アバットメントは基本形状とし4mの等厚とした。

<①-① 断面：ケースA, B>



<②-② 断面：ケースC>

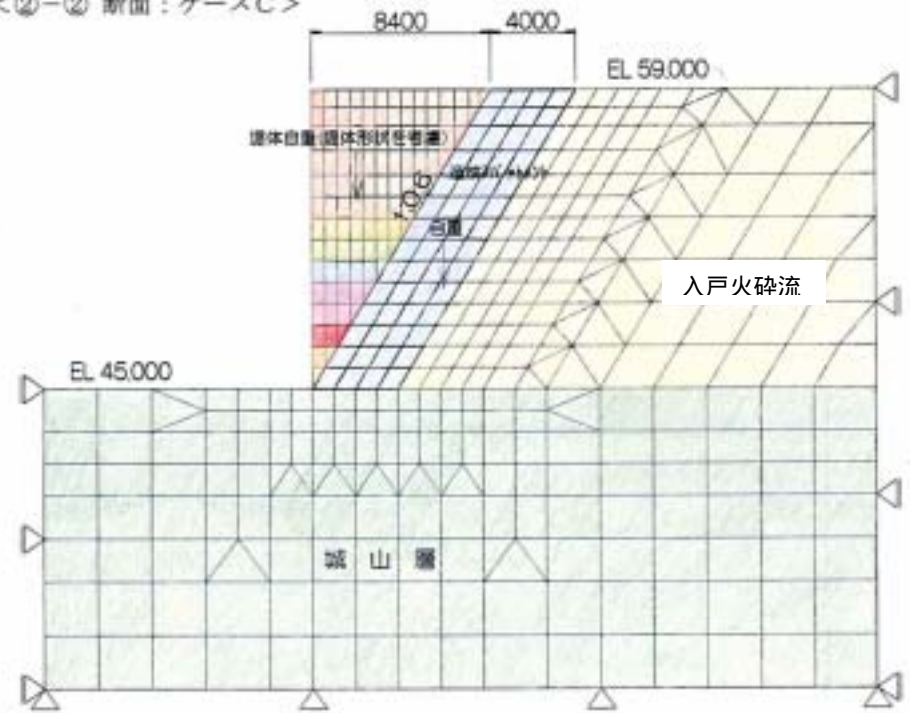


図 - 5.6.10 FEM解析モデル

2) 解析結果

計算結果を整理すると下表のようになる。

図 - 5.6.11には、各ケースにおける主応力図を示す。

表 - 5.6.11 F E M 解析結果

検 討 ケ ー ス	地山内主応力 N/mm <sup>2</sup> (kgf/cm <sup>2</sup> )		造成アバットメント内主応力 N/mm <sup>2</sup> (kgf/cm <sup>2</sup> )		変 位 量 (mm)			
	入戸火砕流内 1max	城山層内 1max	圧縮応力 1max	引張応力 3min	のり肩部		つま先部	
					X	Y	X	Y
A . 自重のみ ( - 断面)	0.075 (0.76)	0.179 (1.83)	0.317 (3.23)	-0.079 (-0.81)	0.44	2.31	0.31	2.18
B . 設計洪水位 + 自重 ( - 断面)	0.132 (1.35)	0.181 (1.85)	0.363 (3.70)	-0.157 (-1.60)	0.63	3.17	1.43	4.17
C . 自重 + 堤体自重 ( - 断面)	0.102 (1.04)	0.264 (2.69)	0.307 (3.13)	-0.084 (-0.86)	0.90	3.39	0.19	3.32

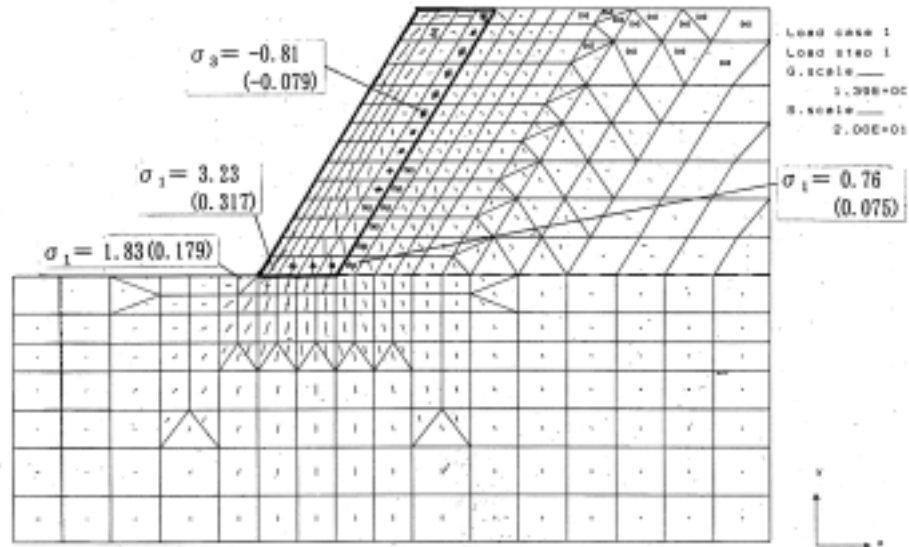
注) 1 : 第1主応力, 2 : 第2主応力

X方向 : 貯水池側向きが正, Y方向 : 鉛直下向きが正  
堤体自重は、アバット長 ( 載荷面積 ) を考慮した換算値

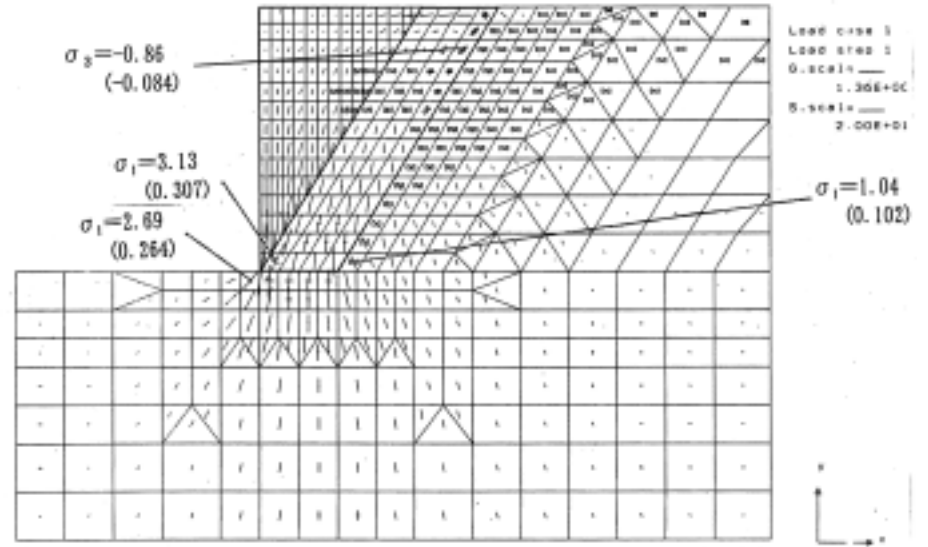
解析結果によると、最も厳しい条件となる設計洪水位時において、造成アバットメントの背面側中央部に引張応力が発生しているが、その値は0.16N/mm<sup>2</sup> (1.6kgf/cm<sup>2</sup>) 程度でコンクリートの許容引張応力内にあり、特に応力上の支障は生じない。

また、 - 断面は、堤体が乗座する断面を検討対象としたものであるが、造成アバットメントに発生する引張応力は、0.080N/mm<sup>2</sup> (0.8kgf/cm<sup>2</sup>) 程度で、コンクリートの許容引張応力度内にあり、特に応力上の支障は生じない。

A. - 断面：作用荷重 = 自重のみ (主応力図 単位：kgf/cm<sup>2</sup>, ( )内：N/mm<sup>2</sup>)



C. - 断面：作用荷重 = 自重 + 堤体自重 (主応力図 単位：kgf/cm<sup>2</sup>, ( )内：N/mm<sup>2</sup>)



B. - 断面：作用荷重 = 設計洪水位時荷重 + 自重 (主応力図 単位：kgf/cm<sup>2</sup>, ( )内：N/mm<sup>2</sup>)

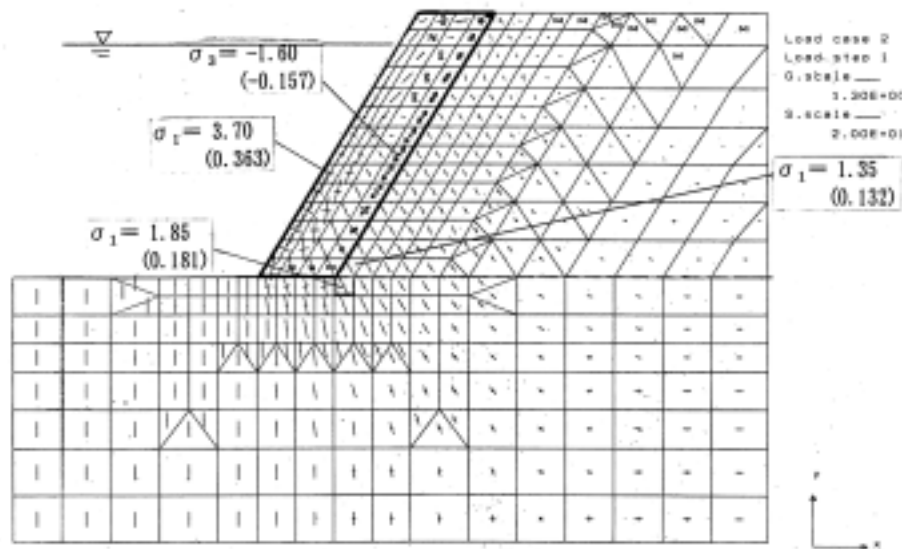
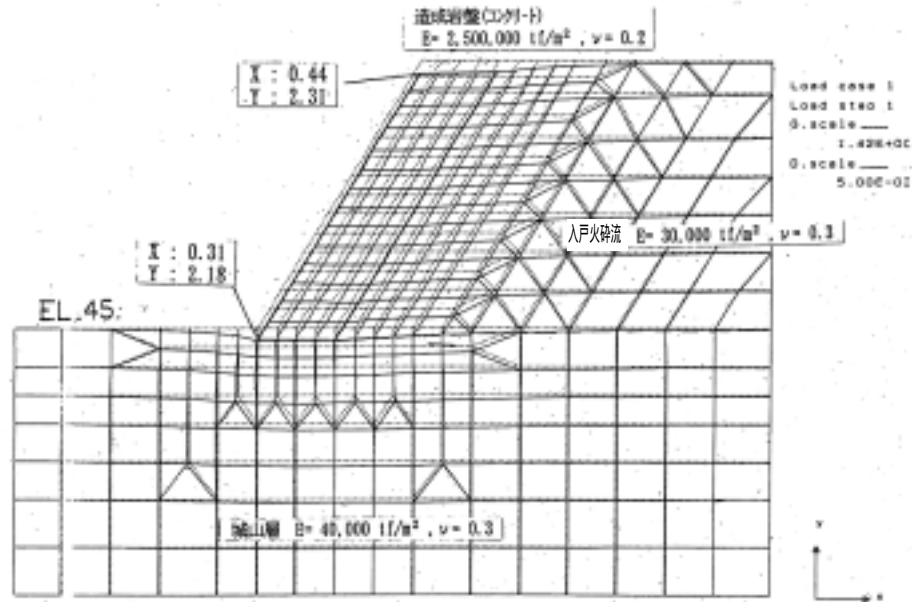


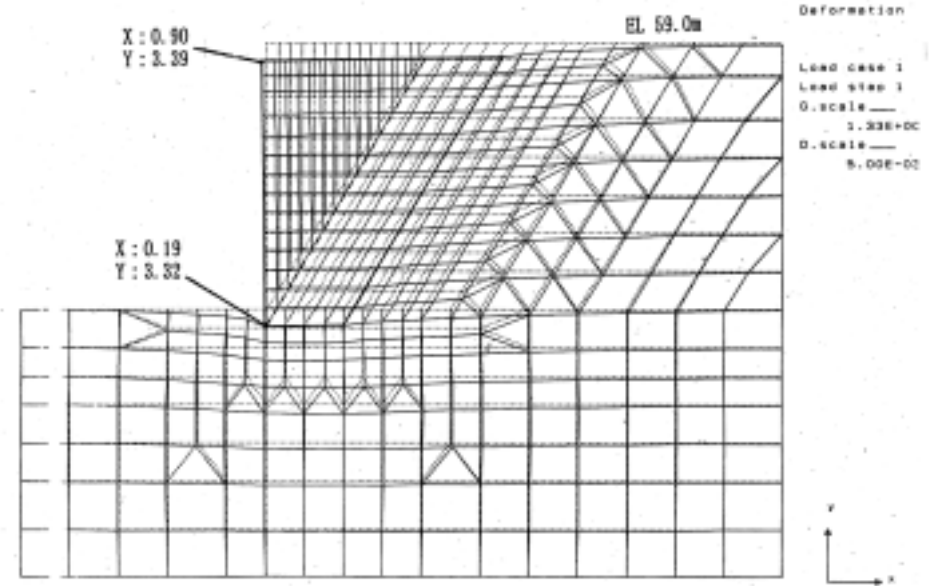
図 - 5.6.11 FEM解析結果 (主応力図)

【参考：FEM解析結果（変位量）】

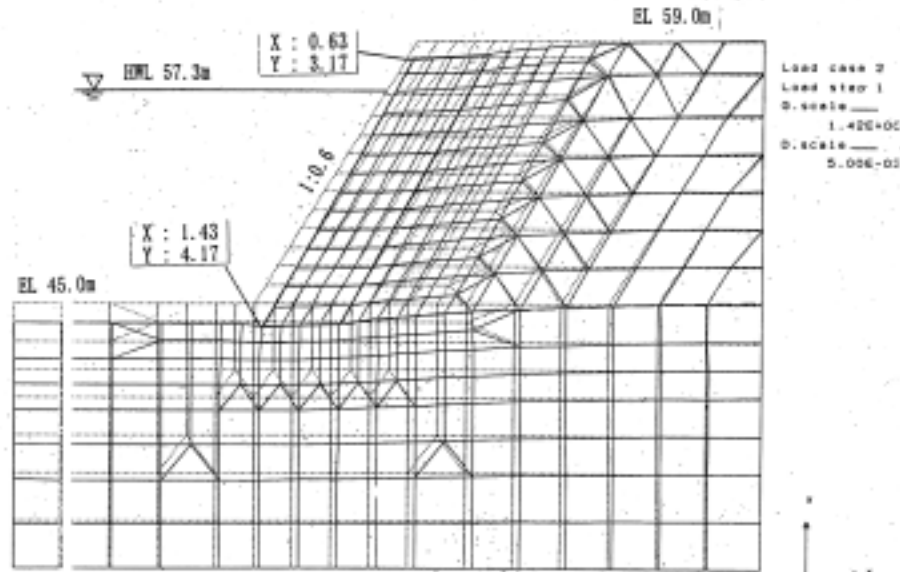
A. - 断面：作用荷重 = 自重のみ （変位形状図 単位：mm）



C. - 断面：作用荷重 = 自重 + 堤体自重 （変位形状図 単位：mm）



B. - 断面：作用荷重 = 設計洪水位時荷重 + 自重 （変位形状図 単位：mm）



FEM 解析結果（変位） 単位：mm

検討ケース	のり肩部		つま先部	
	X	Y	X	Y
A. 自重のみ （ - 断面）	0.44	2.31	0.31	2.18
B. 設計洪水位 + 自重 （ - 断面）	0.63	3.17	1.43	4.17
C. 自重 + 堤体自重 （ - 断面）	0.90	3.39	0.19	3.32

X方向：貯水池側向きが正、Y方向：鉛直下向きが正  
堤体自重は、アバット長（載荷面積）を考慮した換算値（参考資料編参照）

図 - 5.6.12 FEM解析結果（変位形状図）

### 5.6.3 地山との密着性について

造成アバットメントと地山との密着性について、造成アバットメントの安定計算(ダム軸方向)に基づいて、合力の作用位置(ミドルサードの条件)に着目して検討を加える。

#### 1) 検討条件

##### (1) 検討ケース

検討ケースは以下の2ケースとする。

施工時

完成後(設計洪水位)

##### (2) 荷重の組合せ

各ケースに対して次表の荷重を考慮する。

表 - 5.6.12

荷 重	施 工 時	完 成 後	備 考
軀 体 自 重			$c = 2.3 \text{tf/m}^3$
地震時慣性力	( $k = 0.06$ )		地 山 河 川
静 水 圧			設計洪水位 EL 57.3m hw = 0.74m
動 水 圧			
水 重			
背 面 水 圧			地下水位 EL 55.0m 設計洪水位 EL 57.3m
揚 圧 力			$\mu = 1.0$

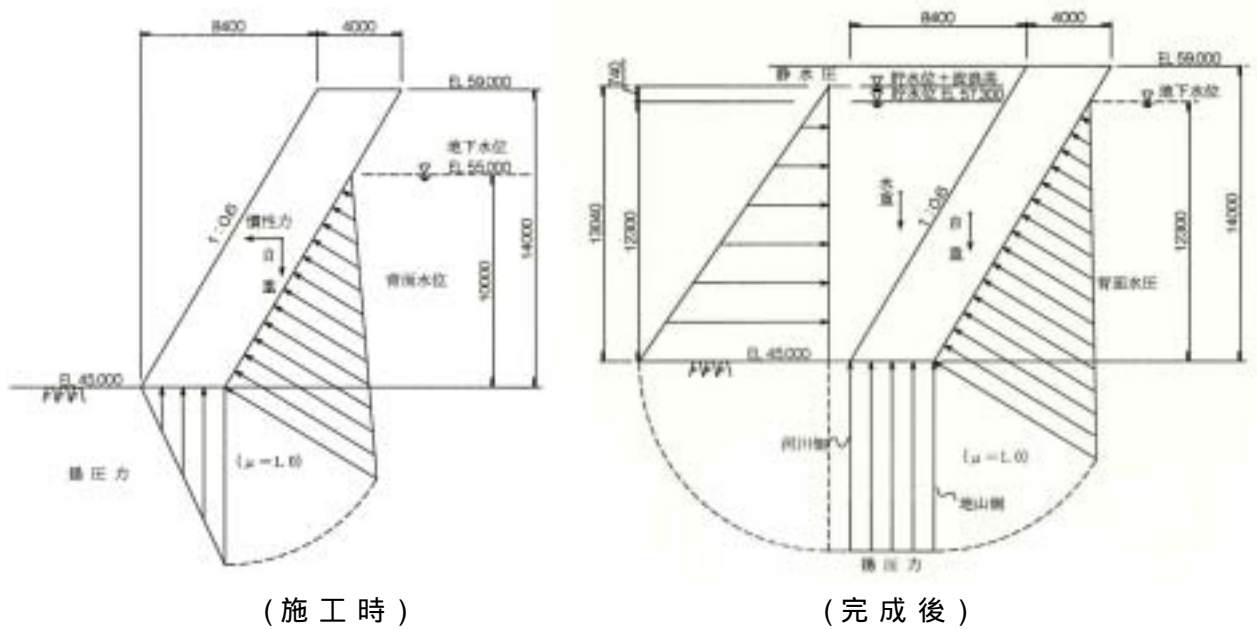


図 - 5.6.13 荷重図

## 2) 安定条件

造成アバットメントと地山との密着性については、次図のように、アバットメント背面を底面に投影した仮想底面幅に対して、通常の中ドルサードの条件を満足すれば、アバットメント背面には引張力は発生せず地山との密着が確保できると考える。

〔 ミドルサードの条件 : 合力の作用位置が、仮想底面幅 ( B ) の中央  $B/3$  の範囲内に入る。 (  $X = 4.133 \sim 8.267\text{m}$  ) 〕



図 - 5.6.14 安定条件



3) 安定計算結果

安定計算結果を次表に示す。

表 - 5.6.13 安定計算結果

項 目	施 工 時	完 成 後	備 考
鉛 直 合 力 V (tf/m)	78.806	79.606	
モ ー メ ン ト M (tf・m)	344.502	615.089	
合力の作用位置 X (m)	4.371 (ok)	7.727 (ok)	4.133 X 8.267m
偏 心 距 離 e (m)	- 1.829 (ok)	1.527 (ok)	B/6 = 2.067m

上表より、施工時の方が厳しい状態にあるが、ミドルサードの条件は満足している。

したがって、造成アバットメントと地山との密着性は確保できるものと判断される。