

泊発電所（1，2号炉）

原子炉建屋周辺斜面の

安定性の検討について

昭和58年 9月13日

原子力発電安全審査課

# 目 次

1. 検討目的	1
2. 検討内容	2
2.1 原子炉建屋周辺斜面の地質の概要と切取斜面の規模	2
2.2 解析断面位置の選定	3
2.3 解析用岩盤分類図	4
2.4 地下水位	5
2.5 解析用物性値	6
2.6 解析方法	8
(1) 簡便法による解析	8
(2) 静的二次元FEMによる線形及びno tension解析	11
3. 検討結果	13
3.1 簡便法による解析結果	13
3.2 静的二次元FEMによる線形及びno tension解析結果	14
4. 総合評価	15
5. 対策工	16
5.1 法面保護工	16
5.2 排水工	17
5.3 沢水処理工	17
5.4 斜面変位計測	17
図表集	
6. 沢水処理工(よう壁)の安定検討	
7. バックフィルコンクリートの安定検討	
8. 審査意見	

## 1. 検討目的

原子炉建屋周辺の斜面について、地震時の安定性を確認するため、申請者が実施した安定解析について、その解析方法、内容及び解析結果並びに対策工について検討を行う。

## 2. 検討内容

### 2.1 原子炉建屋周辺斜面の地質の概要と切取斜面の規模

地表地質踏査及びボーリング調査結果等によれば、原子炉建屋周辺斜面の地質・地質構造の概要は、原子炉建屋基礎岩盤と同様であり、新第三紀神恵内累層の凝灰角礫岩、凝灰岩を主体とし、南東部の一部に含泥岩礫凝灰岩、安山岩熔岩が分布し、ほぼ海岸線に沿う北西～南東の走向で海側に向かって $30\sim 50^\circ$ で傾斜する同斜構造となっている。

また、これらの岩盤を覆って広く第四紀更新世の段丘堆積物が分布しており、山腹沿いに完新世の崖錐堆積物が分布している。

原子炉建屋周辺切取斜面の規模は、EL 31<sup>m</sup>から約61<sup>m</sup>までの比高約30<sup>m</sup>が大部分であるが、南東部に比高50<sup>m</sup>程度の部分がある。

切取斜面の形状は、EL 31<sup>m</sup>から56<sup>m</sup>に分布するA～C級の岩盤に対しては1:1.2の勾配で高さ10<sup>m</sup>毎に幅4<sup>m</sup>の犬走りを設置し、EL 56<sup>m</sup>以上に分布するD～E級の岩盤及び段丘堆積物に対しては1:2.5の勾配で高さ5<sup>m</sup>毎に幅2<sup>m</sup>の犬走りを設置する計画としている。

切取斜面の形状を第2.1図の地質平面図、第2.2図の水平岩盤分類図に示す。

## 2.2 解析断面位置の選定

申請者は、原子炉建屋周辺斜面の安定性を確認するため解析用断面として、次の4断面を選定している。

1) 東側斜面

自然斜面が最長となる ㉑-㉑ 断面

2) 南東側斜面

切取斜面が最長となる ㉒-㉒ 断面

3) 1号原子炉建屋背後斜面

1号炉の設置位置を通る  $Y_{1c}-Y_{1c}'$  断面

4) 2号原子炉建屋背後斜面

2号炉の設置位置を通る  $Y_{2c}-Y_{2c}'$  断面

解析断面位置を第2.1図及び第2.2図に示す。

### 2.3 解析用岩盤分類図

申請者は、安定解析モデルを決定するために、地表地質踏査、ボーリング調査等により作成した地質断面図（第2.3図～第2.6図）をもとに、工学的見地に立って検討し、解析用岩盤分類図を作成している。

解析用岩盤分類図を第2.7図～第2.10図に示す。

## 2.4 地下水位

申請者は、解析に用いる地下水位を決定するために、地下水位調査、透水試験結果をもとに、敷地造成後の地下水位を非定常浸透流解析により検討している。

現状の地下水位と解析結果による敷地造成後の予測地下水位を第2.11図に示す。

これらによると、敷地造成前後の地下水位はほとんど変わらず、全体に岩盤内の低い位置にあって、原子炉建屋付近では基礎底面とほぼ同じ程度となっている。

## 2.5 解析用物性値

申請者は、基ちと34 (C-53) 101「原子炉建屋基礎地盤Bの  
周辺斜面の岩盤分類と地盤物性について」にもとづき、安定解析  
に用いる物性値を次の様に設定している。

なお、以下の理由により、A、B級岩盤については、原子炉建  
屋基礎地盤の試験結果、C、D級岩盤については、原子炉建屋基礎  
地盤と周辺斜面の試験結果により定めている。

- a. 地質調査の結果、原子炉建屋設置位置付近と、周辺斜面の地  
質・地質構造は同様のものである。
- b. 岩石試験の結果によると、同一岩盤分類に対応する両者の岩  
石は物理特性、強度特性、変形特性がほぼ同等である。

解析用物性値を第2.1表に示す。

### (1) 単位体積重量

単位体積重量は、A～D級岩盤については飽和状態の岩石試  
験、E級岩盤・表土については飽和状態の土質試験結果から求  
めた密度の平均値を採用している。

### (2) 強度特性

A～C級岩盤のロックせん断試験、C～D級岩盤のブロック  
せん断試験による強度(第2.12図)及びE級岩盤・表土の  
三軸圧縮試験による強度(第2.13図)を採用している。

(5) 変形特性

A～D級岩盤については、岩盤変形試験より求めた弾性係数(第2.14図)、E級岩盤・表土については三軸圧縮試験により求めた側圧 $1 \text{ kg/cm}^2$ での変形係数 $E_{50}$ (第2.15図)の平均値を採用している。

なお、静ポアソン比は岩石試験等を参考にして設定している。

## 2.6 解析方法

申請者は、原子炉建屋周辺斜面の安定性を確認するために簡便法、静的2次元FEM解析による検討を行っている。

### (1) 簡便法による解析

#### a. 解析手法

すべり安定計算は 円弧すべり面法(修正フェリニウス法)により行っている。



b. 解析モデル

解析モデルは第2.7図～第2.10図の解析用岩盤分類図を用いている。

c. 地震力

地震力は、基準地震動の最大加速度を震度に換算したものとし、作用方向は水平に、山側から原子炉建屋に向かう方向としている。

すなわち、基準地震動 $S_2$ の最大加速度 $370 \text{ gal}$  (震度 $\tau = 0.38$ )を一様に作用させている。

d. 地下水位

地下水位については、常時の状態の場合及び地表面に設定し浮力を考慮する場合(大雨時)について検討を行っている。

e. 検討ケース

簡便法による解析は、②-②断面、③-③断面、 $Y_{1c} - Y_{1c}$ 断面、 $Y_{2c} - Y_{2c}$ 断面の4断面においてそれぞれ次の3ケースについて検討を行っている。

i) 大雨時

大雨により地表面以下の地盤全体が飽和し、浮力が生じた場合。

ii) 地震時

地下水位が常時の状態で、地震力が発生した場合。

iii) 大雨・地震時

大雨により地表面以下の地盤全体が飽和し、浮力が生じた状態で、地震力が発生した場合。

## (2) 静的二次元FEMによる線形及び no tension 解析

### a. 解析手法

解析手法は、初期地圧、浮力、地震力の各状態における増分応力を静的FEM(線形及び no tension) 解析によって求め、それらを重ね合わせて大雨時、地震時、大雨・地震時の応力としている。

なお、no tension解析は、初期地圧(浮力)及び地震力の各状態において実施している。

### b. 解析用要素分割図

解析用要素分割は、岩盤分類図に基づき作成している。解析モデルの作成は次の通りとしている。

④-②断面で 幅約 540m 高さ約 130m

⑥-⑤断面で 幅約 360m 高さ約 90m

Y<sub>1c</sub>-Y<sub>1c</sub>断面で 幅約 400m 高さ約 110m

Y<sub>2c</sub>-Y<sub>2c</sub>断面で 幅約 400m 高さ約 120m

解析用要素分割図を第 2.16 ~ 第 2.19 図に示す。

### c. 地震力及び境界条件

地震力は簡便法と同じく、水平方向に山側から原子炉建屋に向かう方向とし、基準地震動 S<sub>2</sub> の最大加速度 370 gal を震度に変換した 0.38 を作用させている。

また、境界条件は下方境界を固定、側方境界を荷重方向ローラとしている。

### d. 地下水位

地下水位については、常時の状態の場合及び地表面に設定し、浮力を考慮する場合(大雨時)について検討を行っている。

e. 検討ケース

静的FEMによる検討は、①-①断面、②-②断面、 $Y_{1c}$ - $Y_{1c}$ 断面、 $Y_{2c}$ - $Y_{2c}$ 断面の4断面において、簡便法と同様に i) 大雨時、ii) 地震時、iii) 大雨・地震時の3ケースについて検討を行っている。

### 3. 検討結果

申請者は、原子炉建屋周辺斜面の安定解析結果を次のようにまとめている。

#### 3.1 簡便法による解析結果

①-①断面、②-②断面、Y1c-Y1c'断面、Y2c-Y2c'断面の最小すべり安全率とすべり線の位置を第3.1～第3.4図に示す。

大雨・地震時の最小すべり安全率は第3.1表に示すように、切取斜面では、②-②断面で1.31、自然斜面では、①-①断面では、1.20となっており、これらのすべり線位置は、いずれもE級及び表土にある。

### 3.2 静的二次元FEMによる線形及びno tension解析結果

静的二次元解析(線形及びno tension)結果による①-①断面、②-②断面、 $Y_{1c}-Y_{1c}$ 断面、 $Y_{2c}-Y_{2c}$ 断面の局所安全係数分布図を第3.5~第3.18図に、主応力分布図を第3.19~第3.32図に、最小すべり安全率を第3.1表に示す。

線形解析結果によると、大雨・地震時の最小すべり安全率は、切取斜面では、②-②断面で1.30、自然斜面では、①-①で1.26となっているが、その他の断面では1.50以上となっている。

線形解析では、①-①、②-②断面において、大雨・地震時に引張応力の値は小さいが、引張領域が多いので、応力再配分を考慮したno tension解析を行っている。

no tension解析結果によると、大雨・地震時の最小すべり安全率は、切取斜面では、②-②断面が1.33、自然斜面では、①-①断面が1.32となっている。

#### 4. 総合評価

簡便法、静的2次元FEMによる解析の結果、原子炉建屋周辺斜面の最小すべり安全率は、地震時で1.50以上、大雨・地震時でも1.20以上あり、いづれの斜面においても安定性は確保されている。

## 5. 対策工

申請者は、原子炉建屋周辺斜面の対策工として次のように計画している。

### 5.1 法面保護工

原子炉建屋周辺斜面については、安定解析により十分な安全性を有していることを確認しているので崩壊現象はないと考えられる。

しかし、安全上の配慮から切取斜面を次のような仕様にもとづき法面を保護する。

EL 56m以下の法面勾配1:1.2のA～C級岩盤斜面は、法砕アンカー（径13～22mm、長さ0.5～1.2m、1本/m<sup>2</sup>）で縫い、モルタル吹付け（厚さ5cm、50mm×50mm、φ3.2mmの溶接金網入り）及びコンクリート法砕工（幅20cm×高さ20cmの鉄筋コンクリート梁）により保護する。

また、EL 56m以上の法面勾配1:2.5のD～E級岩盤及び段立堆積物の斜面は法砕アンカー（径9～13mm、長さ0.4～0.6m、3本/m<sup>2</sup>）で縫い、鋼製法砕工（直径100cm、高さ15cm、鋼製多孔波付砕）により保護する。

法面保護工の計画平面図を第5.1図に、断面図を第5.2図に、詳細図を第5.3図に示す。

### 5.2 排水工

斜面崩壊の誘因となる雨水は、大走りに設ける側溝とそれを結ぶ縦排水溝により排水する。

さらに、切取斜面外からの雨水が斜面に流出しないよう、切取法肩部周辺の工事用道路に排水溝を設置する。

排水工の計画平面図を第5.4図に、断面図を第5.5図に示す。

### 5.3 沢水処理工

発電所中央にみられる小沢の沢水进行处理するために、沢部に擁壁を設置し、排水管により排水する。

擁壁は、長さ22m、高さ5mのコンクリートフーチング式擁壁とする。

沢水処理工の設置計画平面図を第5.4図に、設計図を第5.6図に示す。

よう壁工の安定検討を 6. に示す。

### 5.4 斜面変位計測

斜面の安定性を監視するために、斜面に変位計測用の測点を設け計測を行う。

計器設置位置及び測点の設置位置を第5.7図に示す。

変位の計測は、犬走りに設けた測点を計器設置位置より見通すことにより、その変位を測定する。

# 図表集