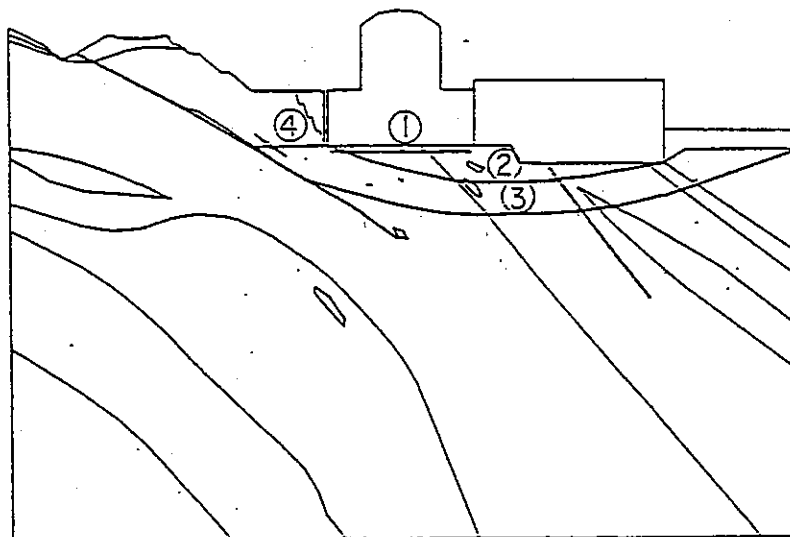


第 3.11 表 Y₁₋₁-Y₁₋₁' 断面すべり安全率

すべり面	簡便法	静的 FEM 基本解析
①	9.6	17.7
②	9.3	12.4
③	6.7	7.3
④	4.0	3.9

地震力方向 →

1号
原子炉建屋

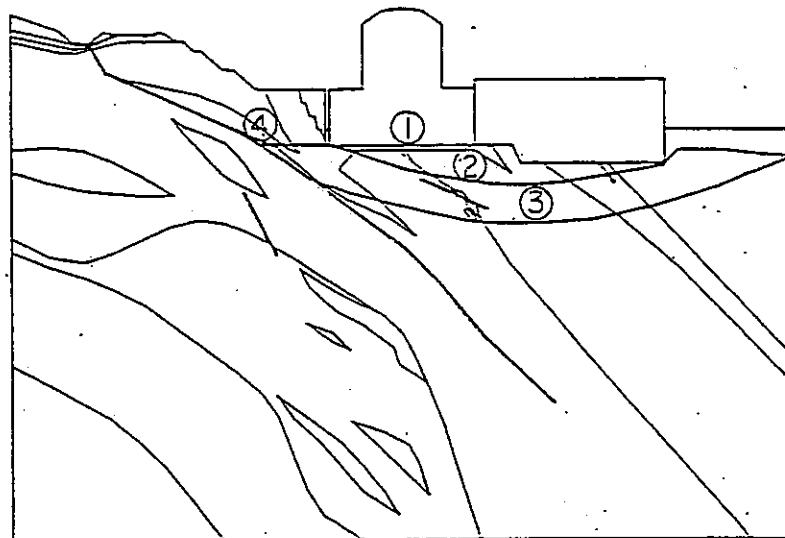


第 3.12 表 Y₁₋₂-Y₁₋₂' 断面すべり安全率

すべり面	簡便法	静的 FEM 基本解析
①	8.2	11.7
②	8.2	10.5
③	6.8	7.6
④	4.7	4.5

地震力方向 →

1号
原子炉建屋

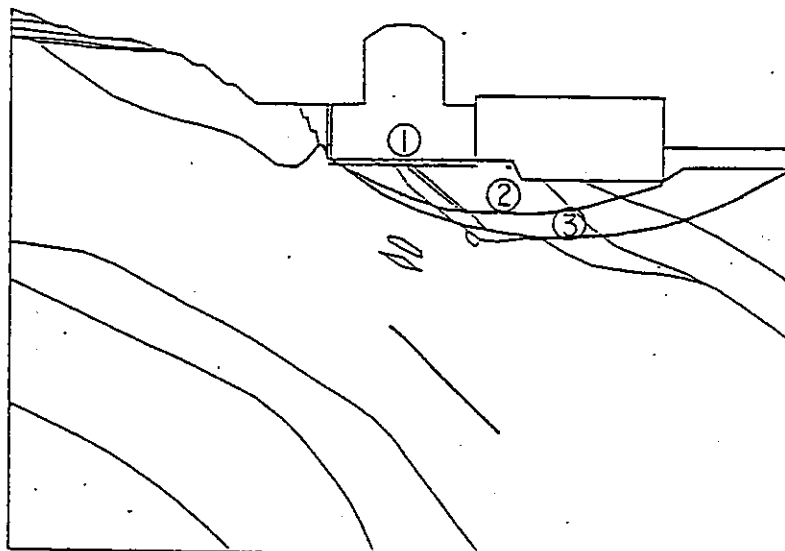


第 3.13 表 Y₂₋₁-Y_{2-1'} 断面すべり安全率

すべり面	簡便法	静的 FEM 基本解析
①	7.6	11.9
②	8.1	10.3
③	9.0	11.7

地震力方向 ↑

2号
原子炉建屋

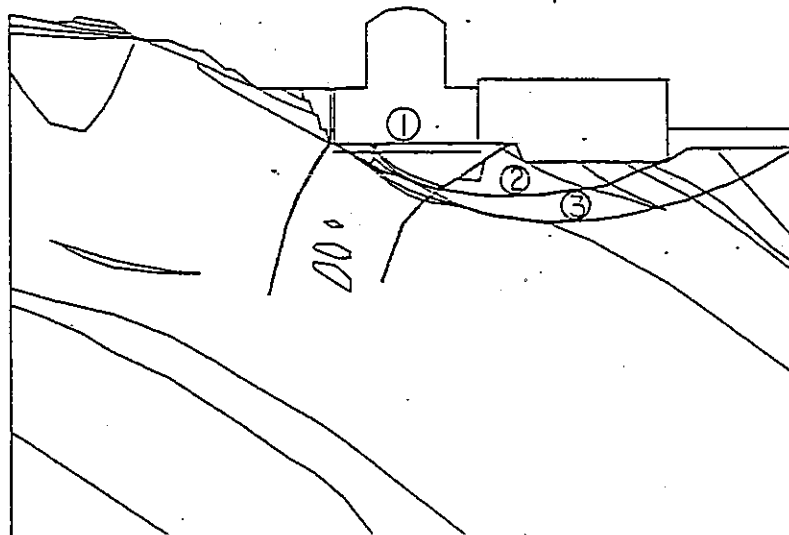


第 3.14 表 Y₂₋₃-Y_{2-3'} 断面すべり安全率

すべり面	簡便法	静的 FEM 基本解析
①	7.8	13.0
②	7.2	9.7
③	8.7	11.8

地震力方向 ↑

2号
原子炉建屋



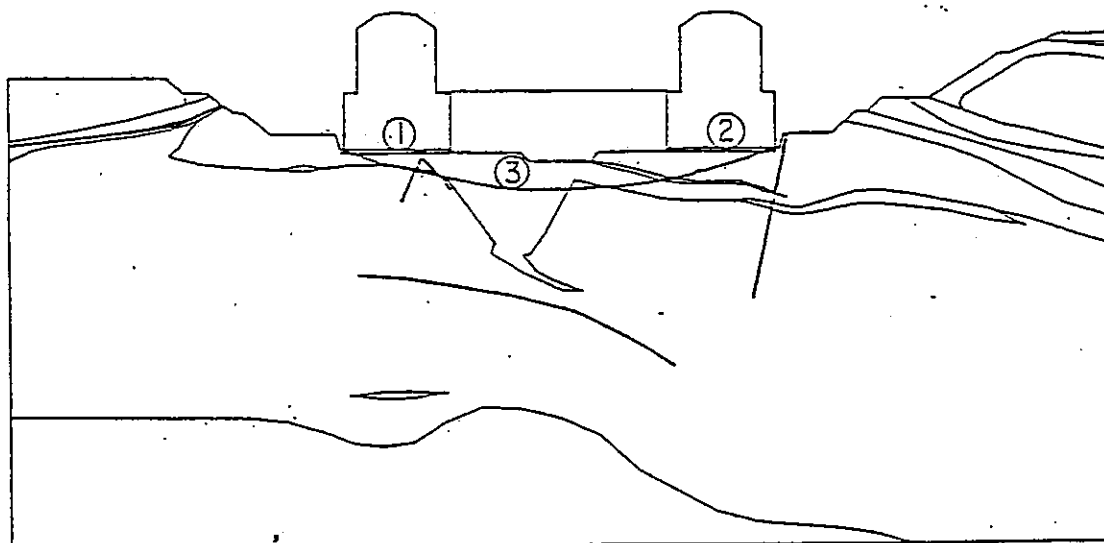
第 3.15 表 X₃ - X₃' 断面すべり安全率

すべり面	簡便法	静的 FEM 基本解析
①	6.6	10.4
②	6.9	11.5
③	9.8	10.9

地震力方向 → ↑

1号
原子炉建屋

2号
原子炉建屋



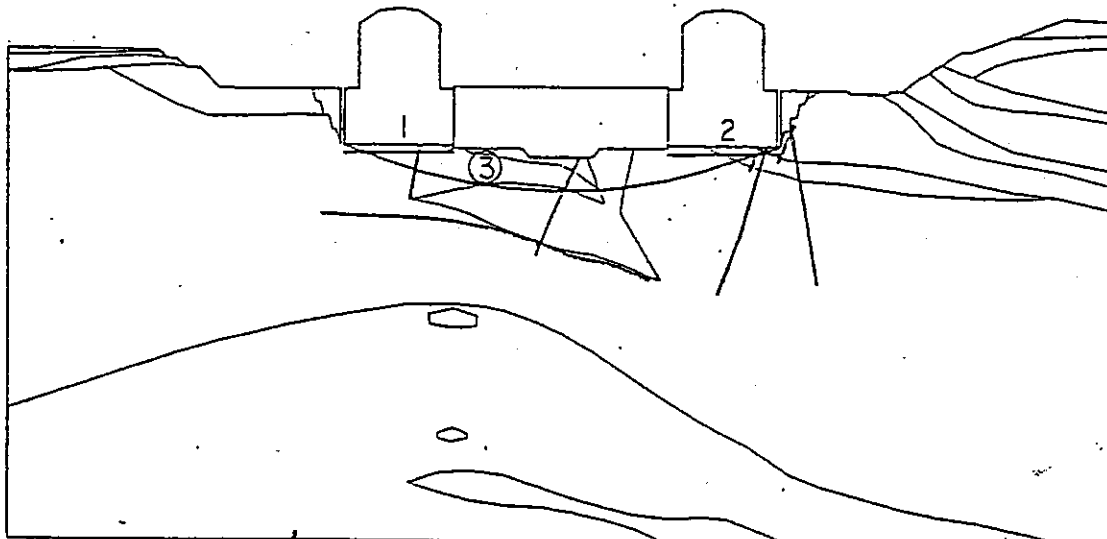
第 3.16 表 X₄ - X₄' 断面すべり安全率

すべり面	簡便法	静的 FEM 基本解析
①	9.1	11.1
②	7.9	9.6
③	11.5	11.0

地震力方向 $\leftarrow \uparrow$

1号
原子炉建屋

2号
原子炉建屋



第 3.17 表 $Y_{1c} - Y_{1c}'$ 断面すべり安全率 (F-3 断層: 線形及び非線形解析)

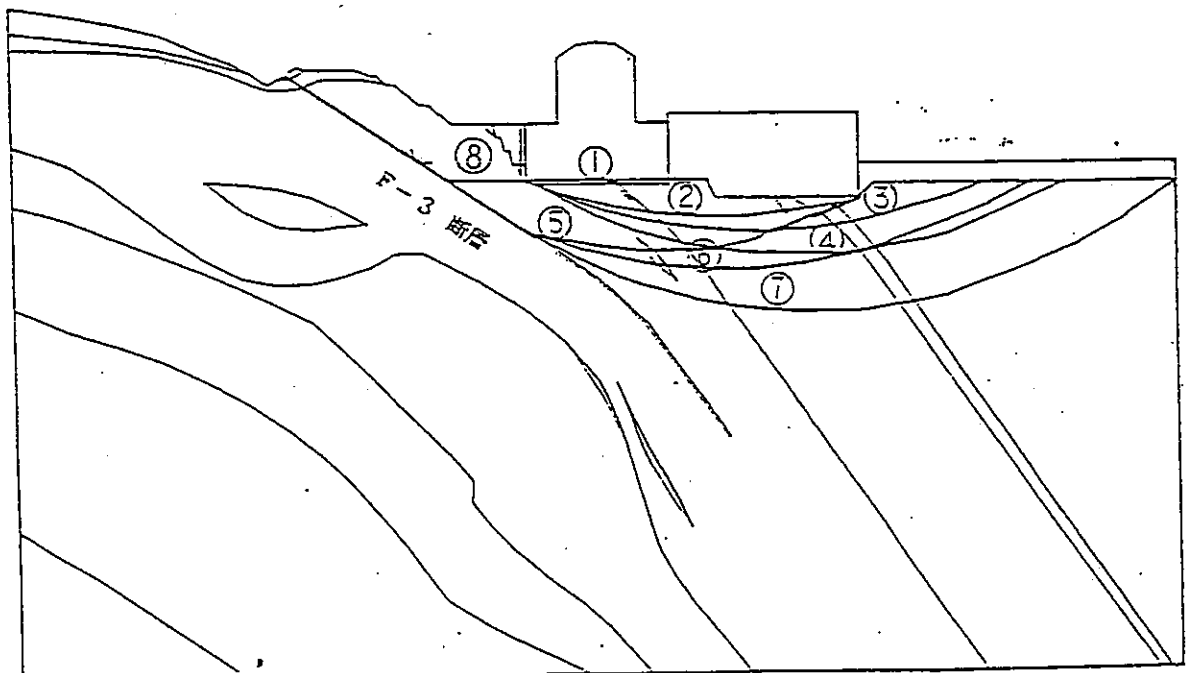
すべり面	簡便法	静的 F.E.M 解析		
		基本解析 (線形解析)	コントラスト 解析(2) (線形解析)	コントラスト 解析(2) (非線形解析)
①	9.3	14.1	21.6	20.9
②	9.5	12.3	13.7	13.6
③	10.8	9.6	9.7	9.7
④	10.7	13.1	14.1	14.0
⑤	5.4	6.4	6.1	6.2
⑥	6.6	7.6	7.5	7.6
⑦	7.0	8.5	8.6	8.6
⑧	5.7	4.5	3.8	4.2

①～④は基礎岩盤

⑤～⑧は F-3 断層を含むすべり安全率

地震力方向 ↑

1号
原子炉建屋



第3.16表 $Y_{1c}-Y_{1c}'$ 断面すべり安全率 (F-3 断面 耐力解析)

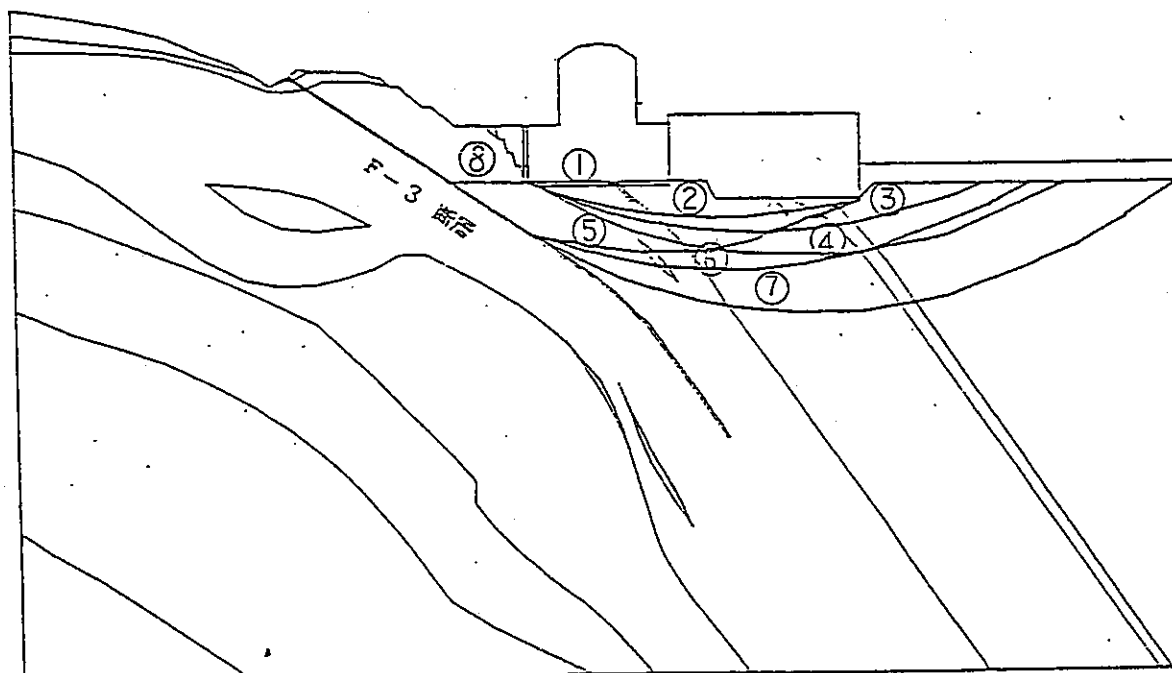
すべり面	簡便法	静的 F. E. M 線形解析				
		$k_H = 0.20$	$k_H = 0.25$	$k_H = 0.30$	$k_H = 0.35$	$k_H = 0.40$
①	9.3	14.1	12.1	10.5	9.3	8.3
②	9.5	12.3	10.5	9.1	8.1	7.2
③	10.8	9.6	8.0	6.8	6.0	5.3
④	10.7	13.1	11.0	9.4	8.2	7.3
⑤	5.4	6.4	5.6	5.0	4.3	3.8
⑥	6.6	7.6	6.5	5.7	5.0	4.4
⑦	7.0	8.5	7.2	6.3	5.4	4.8
⑧	5.7	4.5	4.0	3.5	2.9	2.6

①～④は基礎岩盤

⑤～⑧は F-3 断面を含むすべり安全率

地震力方向 ↑

1号
原子炉建屋



3.3 動的二次元FEM解析による検討結果

3.3.1 予備検討結果

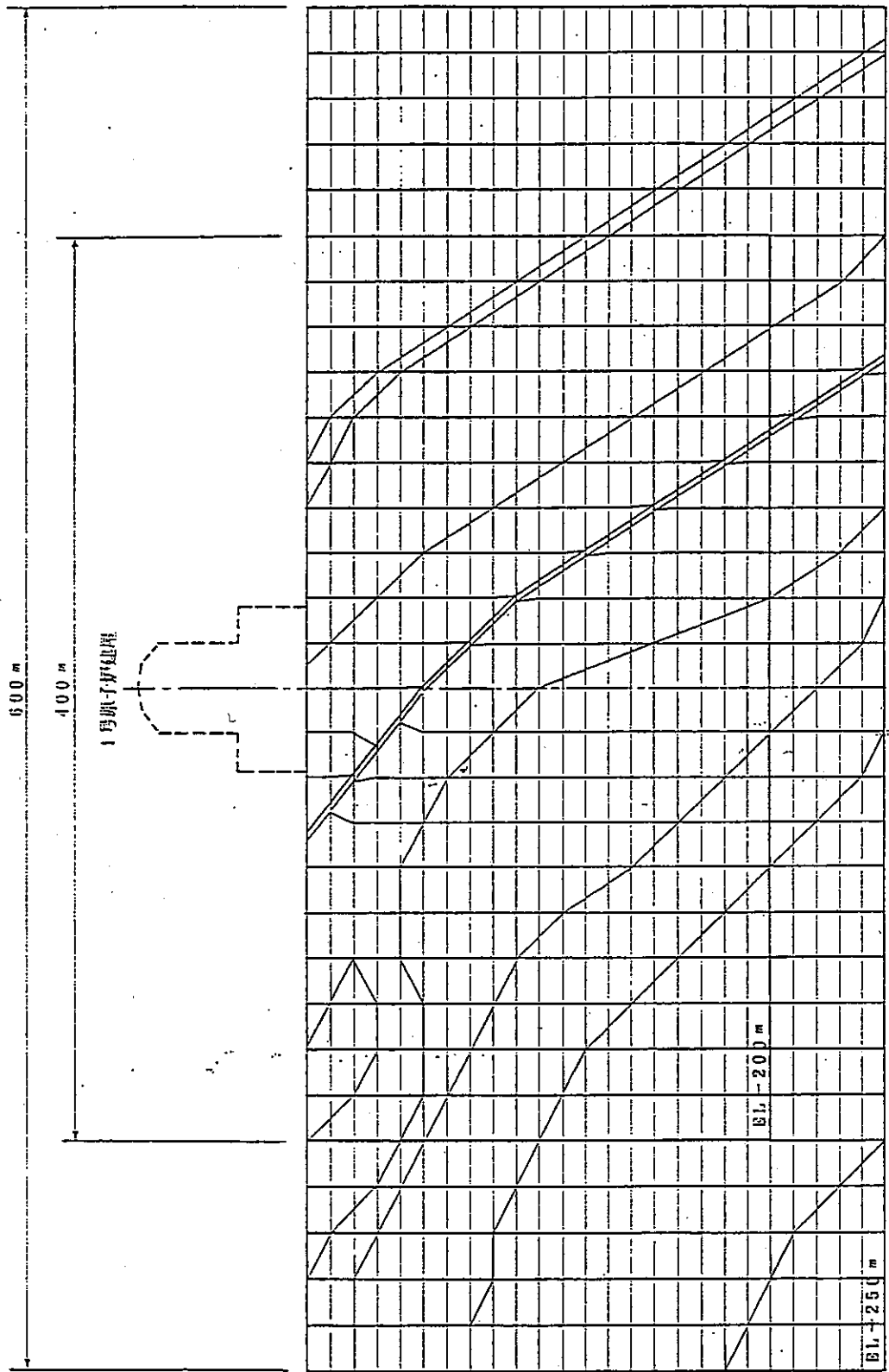
解析領域を決定するために、1号側山～海断面 ($Y_{1c} - Y_{1c}$) について第3.95図に示す (i) 幅400m, EL-200m (ii) 幅600m, EL-250mの2つのモデルで、原子炉建屋基礎底面に基準地震動 SR_2 を定義して領域を変化させた解析を行っている。

解析結果から得られた最大加速度, 最大変位, 最大せん断応力, 最大せん断ひずみの分布を第3.96図～第3.99図に示す。

これらの最大応答分布をみると原子炉建屋付近では、2つのモデルに有意な差がみられないことから、以下の解析においては山～海方向の断面については幅400m 深さEL-200mのモデルで検討する。

また、海に平行するX-X'断面については幅600m, EL-200mのモデルで検討する。

なお、初期地圧, 建屋自重, 鉛直地震力は、幅600mのモデルで解析した結果を用いる。



第 3.95 图：解析用要素分割图

3.3.2 本検討結果

(1) 基本3断面の比較検討結果

基本3断面の動的性状を把握するために、動弾性係数 E_d を用いて基準地震動 S_{k2} 及び上向き地震力を選定し、動的解析を行い各断面の比較検討を行っている。

a. 最大加速度, 最大変位

基準地震動 S_{k2} による動的FEM二次元解析の結果得られた各断面の水平方向の最大加速度及び最大変位の分布を第3.100図～第3.105図に示す。

最大加速度の分布は、A, B岩盤を主体とする火砕岩層でやや低減し、表層付近でやや増大する傾向がみられる。

変位分布については深度方向にほとんど変化はみられないが、表層付近でやや増大する傾向がみられる。

b. 最大せん断応力及び最大せん断ひずみ

基準地震動 S_{k2} による各断面の最大せん断応力及び最大せん断ひずみの分布を第3.106図～第3.111図に示す。

最大せん断応力及び最大せん断ひずみの分布は各断面とも地層境界でやや変化しており、表層付近で低減する傾向がみられる。

c. 局所安全係数

基準地震動 S_{k2} による各断面の最小局所安全係数分布一覧を第3.112図～第3.113図に、最小局所安全係数図を第3.114図～第3.116図に示す。

各断面とも原子炉建屋付近の基礎岩盤では、局所安全係数は2.0を上回っている。

なお F-1, F-3 断層のほか一部の断層で、局所安全係数が1.0程度となっており、周辺に較べて一般に小さな値となっている。

d. 引張領域

基準地震動 S_{R2} による各断面の引張領域一覧を第3.117図～第3.118図に示す。

引張領域は原子炉建屋背後山地でみられるが原子炉建屋付近の基礎地盤では Y_{2c}-Y_{2c'}, X-X' 断面のごく一部に限られている。

以上のことからいずれの断面においても、原子炉建屋付近の基礎地盤は十分安定性を有しているが、Y_{1c}-Y_{1c'} 断面の F-3 断層の一部において局所安全係数が1.0程度となっているので、以下、1号側の Y_{1c}-Y_{1c'} 断面を選定して詳細な検討を行っている。

(2) 地震時の岩盤の剛性低下を考慮した検討結果

地震時の岩盤の剛性低下の応答に及ぼす影響を検討するために、Y_{1c}-Y_{1c'} 断面について動弾性係数(E_d)を $0.8E_d$, 及び $0.5E_d$ に低減した解析を行っている。

a. 最大加速度及び最大変位

基準地震動 S_{R2} による各ケースの動的解析の結果得られた水平方向の最大加速度及び最大変位の分布を第3.100図, 第3.103図に示す。

原子炉建屋付近の基礎地盤では最大加速度の分布に剛性低下による差はほとんど認められない。

また、最大変位の分布は、基礎地盤では各ケースとも地表に向って単調に増加する傾向を示しているが、剛性を低減するに従いやや大きくなる傾向を示している。

b. 最大せん断応力及び最大せん断ひずみ

基準地震動 S_{k2} による各ケースの最大せん断応力及び最大せん断ひずみの分布を第3.106図、第3.109図に示す。

剛性が小さくなるに従い最大せん断応力の分布は小さくなるが、分布の傾向は各ケースとも変わらない。

c. 局所安全係数

最小局所安全係数分布一覽を第3.112図に、最小局所安全係数を第3.119図～第3.120図に示す。

これらによるといずれのケースにおいても局所安全係数が1.0を下回る要素は原子炉建屋付近では認められず、剛性が低減するに従い、局所安全係数がわずかに大きくなる傾向を示している。

d. 引張領域

各ケースの引張領域の分布一覽を第3.117図に示す。引張領域は剛性が低減してもほとんど変化しない傾向を示しており、基礎地盤ではいずれも引張応力を生じていない。

以上のことから、岩盤の剛性低下を考慮しない場合が、岩盤の安定性に対して最も厳しい条件となるが、この場合においても基礎地盤は十分な安定性を有していると判断される。

(3) 基準地震動 S_2 2波による検討結果

基準地震動 S_2 (S_{R2} , S_N) 2波による応答と比較検討するために $Y_{ic}-Y_{ic}'$ 断面, 動弾性係数 E_d の場合について解析を行っている。

a. 最大加速度及び最大変位

基準地震動 S_{R2} , S_N による動的解析の結果得られた水平方向の最大加速度及び最大変位の分布を第3.121図～第3.122図に示す。

この2波による最大加速度分布にはほとんど差はみられない。

また、最大変位の分布は、 S_{R2} 波では地表に向かって単調に増加する傾向を示していたが、 S_N 波ではほとんど変化はみられない。

b. 最大せん断応力及び最大せん断ひずみの分布

基準地震動 S_{R2} , S_N による最大せん断応力、及び最大せん断ひずみの分布を第3.123図～第3.124図に示す。

最大せん断応力は、全体に S_{R2} が大きい、表層付近では S_N がやや大きくなっている。

c. 局所安全係数

基準地震動 S_2 2波による最小局所安全係数分布一覽を第3.112図に、最小局所安全係数を第3.114図及び第3.125図に示す。

局所安全係数は S_2 2波による差はほとんどない。
F-3断面については、 S_N で1.0を下回る要素が背後山地部で生じている。

d. 引張領域

基準地震動 S_2 2波による引張領域分布一覧を第3.117図に示す。

引張領域は S_2 2波とも背後山地部及び F-1 断層のほぼ同じ領域にあらわれている。

以上のことから S_2 2波はほぼ同等の最大応答値を示しているが原子炉建屋直下の基礎地盤の安定検討にあたっては S_{R2} 、F-3 断層の検討にあたっては S_N がやや厳しい条件となる。

(4) F-3 断層の安定性の検討結果

断面、岩盤の剛性、地震波についての各検討によって原子炉建屋基礎地盤は十分な安定性を有していることが、確認されたが、 Y_{1c} - Y_{1c} 断面における動弾性係数 (E_d) で基準地震動 S_N 波による検討で局所的であるが建屋背後山地部の F-3 断層で局所安全係数が 1.0 を下回る部分が生じている。

そこで F-3 断層の安定性についてさらに詳細に検討している。

a. 地震時の岩盤の剛性低下の検討

S_{R2} 波による岩盤の剛性を低下させた場合の F-3 断層の局所安全係数分布を第3.126図に示す。

これによると局所安全係数は、いずれも 1.0 を上回っており剛性が低下するに従ってやや大きくなる傾向を示している。

b. 基準地震動 S_2 2波による検討

基準地震動 S_2 2波による F-3 断層の局所安全係数分布を第3.127図に示す。

これによると 局所安全係数は 原子炉建屋下方の EL-50m 付近から下部は S_{R2} が、上部は S_N が小さく、建屋背後山地部で局所的に 1.0 を下回る要素が生じている。

c. 浮力による影響

基準地震動 S_N 波、動弾性係数 E_d の条件で、基礎地盤に浮力を考慮した場合の F-3 断層の局所安全係数分布を第 3.128 図に、原子炉建屋付近の局所安全係数を第 3.129 図に示す。

これらによると 局所安全係数は、全体に低減するが、局所安全係数が 1.0 を下回っている領域の拡大はみられない。

d 局所安全係数についての検討

基準地震動 S_N 、動弾性係数 E_d の条件で 局所安全係数 (f_s) が 1.0 を下回る F-3 断層の要素の f_s の時刻歴を第 3.130 図に示す。

これによると、 f_s が 1.0 を下回る要素は 1 つ ($f_s = 0.9$) でその最長継続時間は 0.04 秒間と瞬間的なものである。

以上のことから、局所安全係数が 1.0 を下回る部分は局所的かつ瞬間的であること、及び地震時の剛性低下等の条件を考え合わせると、F-3 断層は安定なものであると判断される。

(5) すべり安全率の検討結果

動的 FEM 解析による基本 3 断面の検討及び

最も不利な断面 ($Y_{ic} - Y_{ic}'$) についての剛性低下の影響、基準地震動 2 液検討、浮力と考慮した検討結果から求めた最小すべり安全率一覧を第3.19表に、各検討ケースのすべり線位置及びすべり安全率を第3.20表～第3.22表に示す。

動的解析において $Y_{ic} - Y_{ic}'$ 断面が最も不利な断面となり、その最小安全率は原子炉建屋付近で 11.3、建屋背後山地部で 4.3 であり、基礎地盤は、十分な安定性を有していると判断される。

なお、すべり線の位置は、静的解析の結果から選定している。

(6) 地震時の建屋基礎の変位

動的解析の各ケースから求めた原子炉建屋の変位を第3.23表に示す。

原子炉建屋のロッキングによる最大傾斜は約 $1/20,500$ であり、十分小さい値となっている。

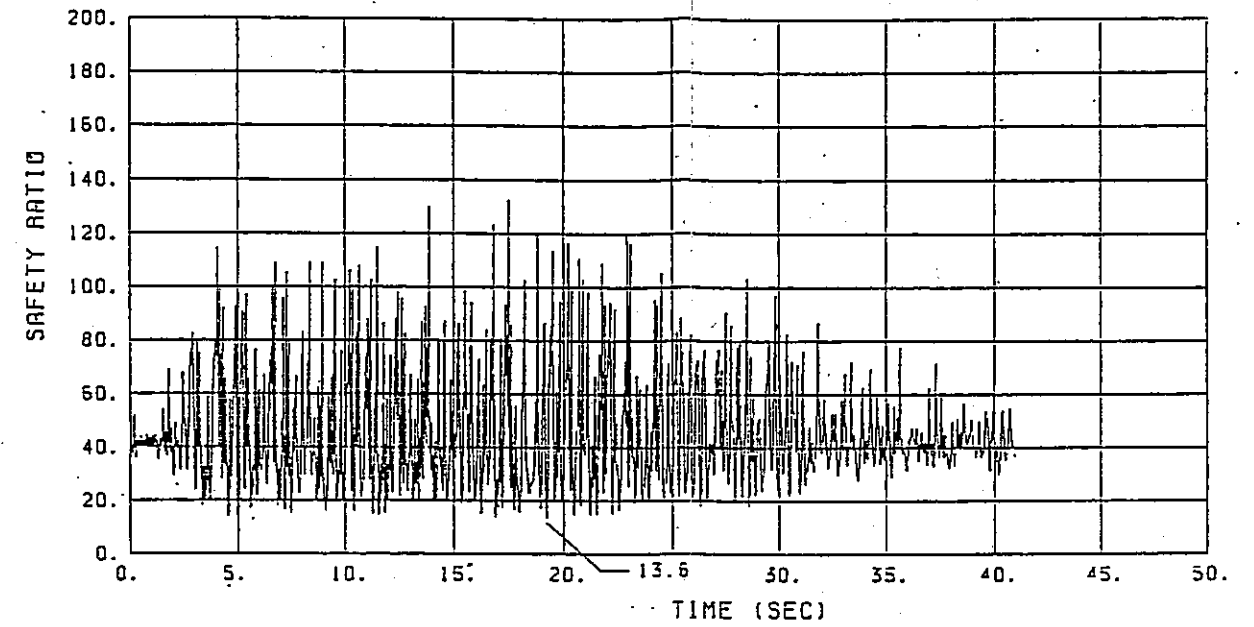
第3.19表 最小すべり安全率一覧

断面 ケース		Sk2			SN	
		Ed	0.8Ed	0.5Ed	Ed	Ed (秤力考慮)
1号側 Y _{1C} -Y _{1C} '	基礎岩盤	13.6	13.6	15.6	11.3	11.1
	F-3 断層	4.9	5.0	5.3	4.3	4.3
2号側 Y _{2C} -Y _{2C} '		12.3	—	—	—	—
1-2号 X-X'		13.4	—	—	—	—

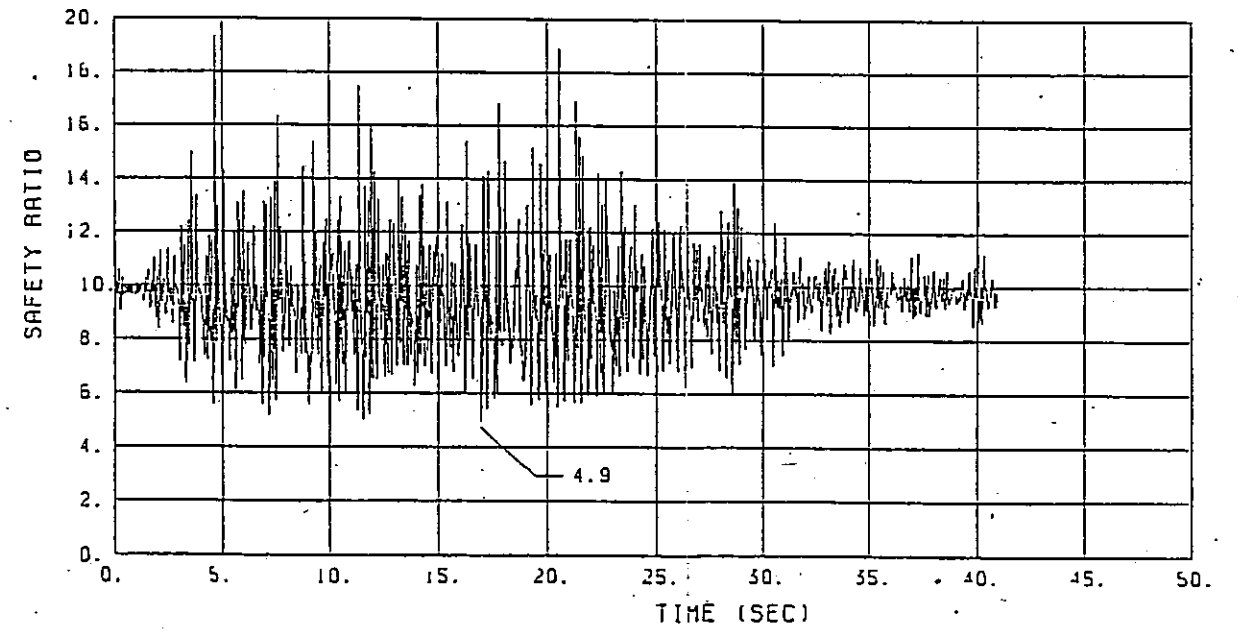
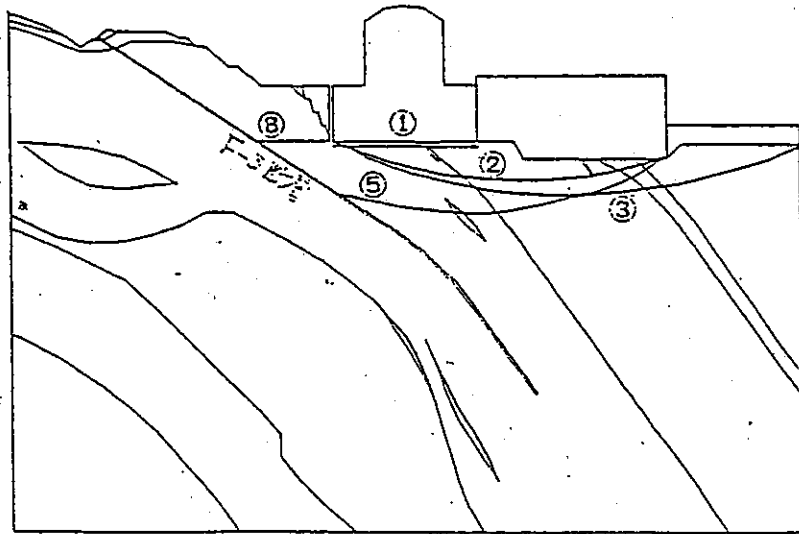
第 3.20 表 動的解析 最小すべり安全率

(Y lc-Y lc' 断面)

地震動 ケース すべり面	Sk2			SN	
	Ed	0.8Ed	0.5Ed	Ed	Ed (浮力考慮)
①	13.6	13.6	16.2	11.3	11.1
②	13.7	14.0	15.6	12.5	12.3
③	14.1	14.9	16.9	13.5	12.7
⑤	7.2	7.6	8.2	6.5	6.0
⑧	4.9	5.0	5.3	4.3	4.3



(1) Sk2, Ed すべり面 ①

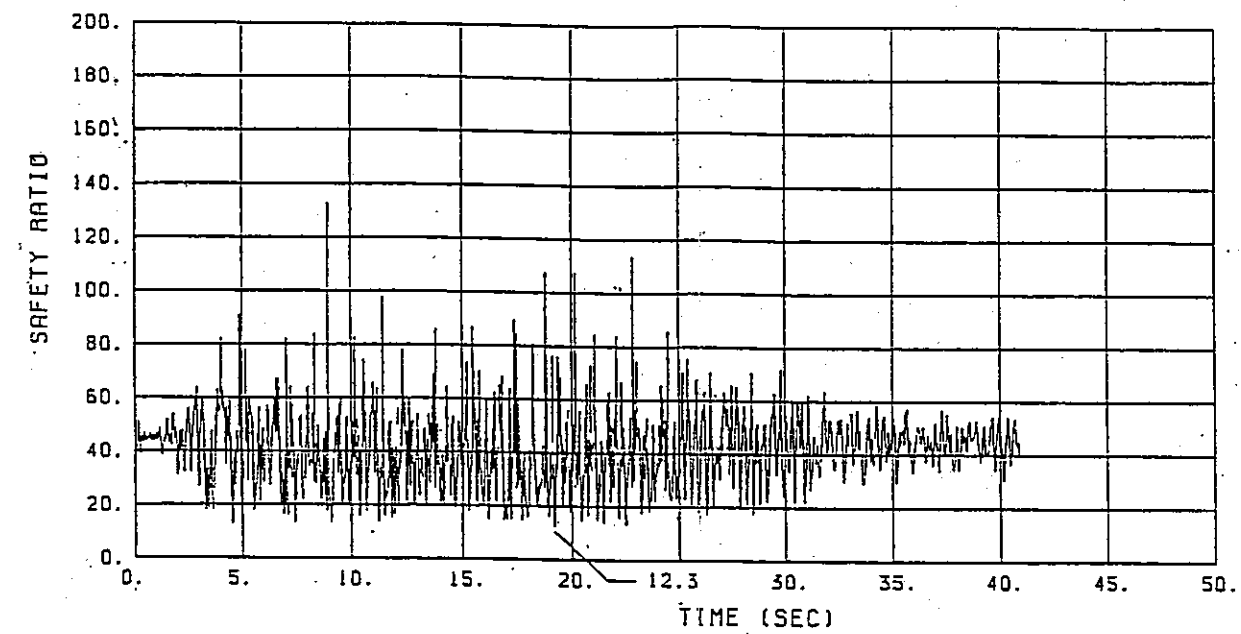


(2) Sk2, Ed すべり面 ⑧

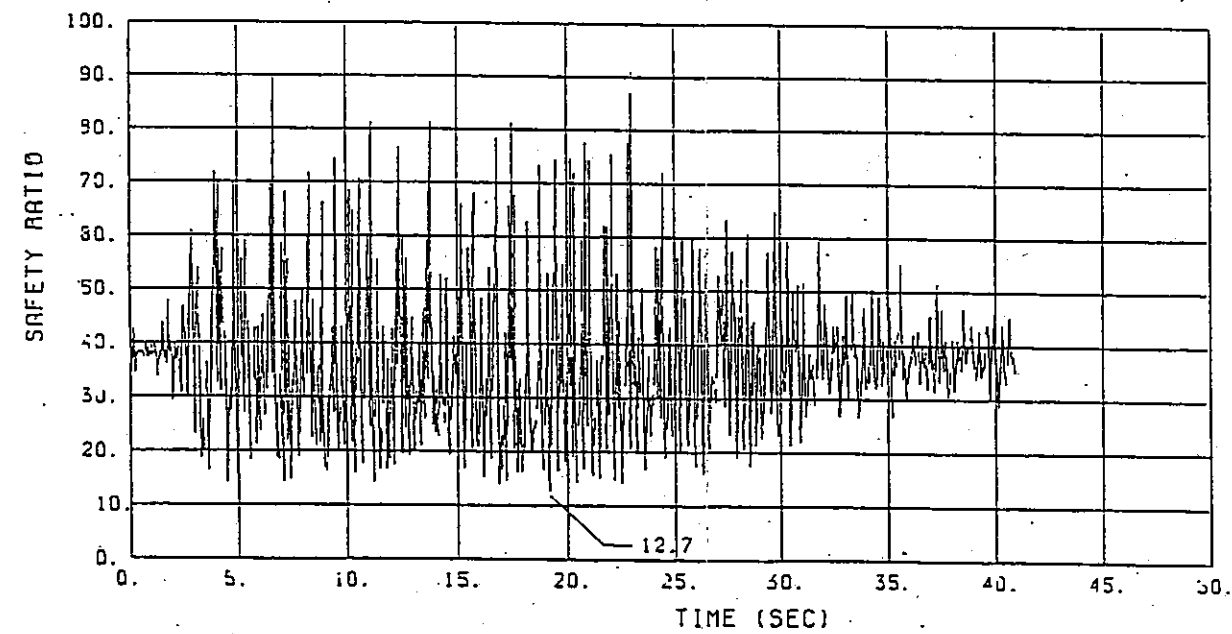
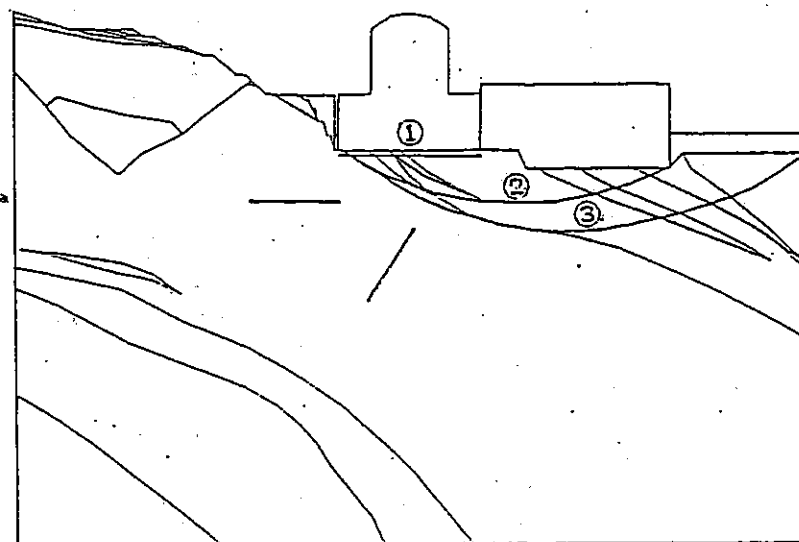
第3.21 表 動的解析 最小すべり安全率

(Y 2c-Y 2c' 断面)

ケース すべり面	Ed
①	12.3
②	12.7
③	14.0



(1) すべり面 ①



(2) すべり面 ②