

原子炉安全専門審査会第27部会
Cグループ第8回会合議事次第

昭和59年 3月23日(金)

日本原子力研究所第4会議室

議 題

1. 前回議事概要の確認について
2. 北海道電力株式会社泊靱電所の原子炉の設置(1号および2号原子炉の設置)に係る
安全性について
3. その他

以上

原子炉安全専門審査会第27部会（北海道電力株式会社泊発電所（1，2号原子炉の設置））
Cグループ議事概要（案）

第7回会合 日時 昭和59年3月13日（火） 午後2時～午後5時30分
場所 日本原子力研究所第5会議室

出席者 原子力安全委員 名 通商産業省 5名
審査委員 6名 事務局 2名

委員

原子力安全委員	出欠	審査委員	出欠	通商産業省	出欠	事務局
内田秀雄		和泉正哲	○	田中	○	星
大山彰		大竹政和		鈴木	○	内田
		川本眺万	○	村山	○	
		北村信	○	川原	○	
竹越尹 (部会長)	○	田治見宏	○	大橋	○	
		谷資信	○			
		吉中龍之進				

配布資料

資料番号 資料名

資料第27C-議-6号 原子炉安全専門審査会第27部会（北海道電力株式会社泊発電所（1，2号原子炉の設置））Cグループ第6回会合議事概要（案）

議事概要

1. 前回議事概要(案)の確認

原案通り確認した。

2. 北海道電力株式会社泊発電所の原子炉の設置(1, 2号原子炉の設置)に係る安全性について

下記項目について通商産業省より説明を聴取し、調査審議を行った。

引き続き調査審議すべきこととしていた項目のうち

- 1) 発足川付近におけるNE-SW性断層の有無
- 2) 発足のリニアメントについて、山岳部のリニアメントが流紋岩の旧地形面を反映している可能性
- 3) 敷地前面海域、海底谷、地すべり地形
- 4) 歌葉のリニアメントについて段丘との関係
- 5) 神恵内累層火砕岩層中にみられる谷形状
- 6) F-1断層とF-3断層のセシ、相違

以上

泊発電所（1，2号炉）

物性に関する指摘事項について

昭和59年 3月23日

1. 断層の単純せん断試験がCU条件に相当することを説明すること。

(1) 試験の手順

断層の単純せん断試験の手順は、以下に示すとおりである。

(a) 単純せん断試験の供試体は、内径5cm、高さ2cmの円型鋼製リングを断層面に静かに押し込んで採取し、含水比が変化しないようにシールする。

(b) 単純せん断試験装置は、第1.1図に示すもので、ゴムスリーブを取付けた供試体を装置にセットした後、ダイヤルゲージをセットし、所定の垂直荷重により供試体を圧密沈下させる。

排水は、上、下端に設置したホースメタルを通して行う。

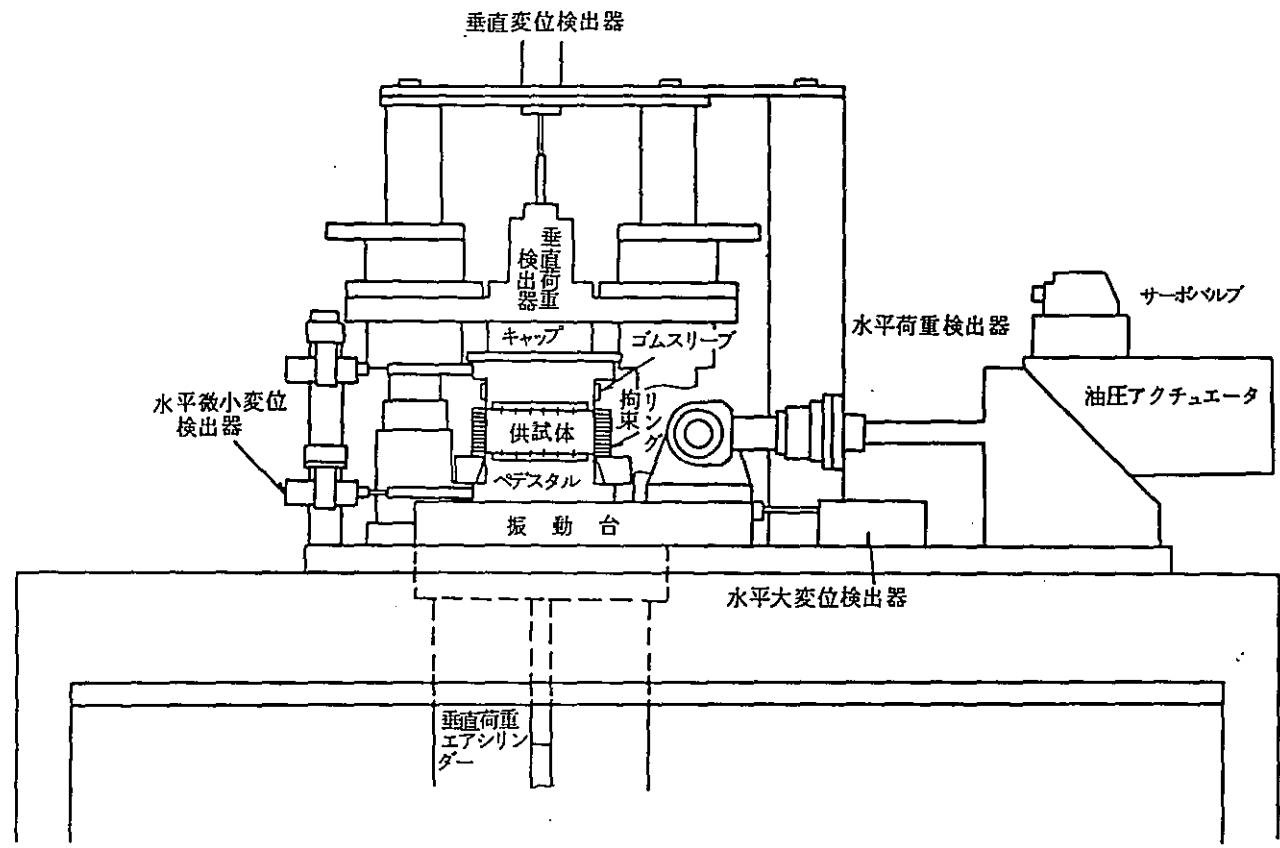
(c) 供試体の圧密沈下が落ち着いた段階で、非排水等体積の条件で静的あるいは動的な水平荷重を加え微小変位検出器でせん断変形を測定する。

(2) 供試体の飽和度

各断層の供試体の試験時の飽和度は、所定の垂直荷重による最終沈下量から推定すると第1.1表のとおりとなる。

したがって、断層の単純せん断試験は、CU条件で試験されており、この結果を安定解析に用いている。

なお、試験坑内でF-3断層を対象に原位置せん断試験を実施しており、これによると単純せん断試験の10%ひずみでのせん断強度から求めた強度とほぼ同等の値を示している。



第 1.1 図 静的・動的単純せん断試験装置図

第1.1表 試験時の供試体の飽和度

断層	比重	採取時の供試体		圧密沈下量 (cm)	試験時の供試体		
		自然密度(g/cm^3)	含水比(%)		密度(g/cm^3)	含水比(%)	飽和度(%)
F-1	3.04	1.66	37.7	0.190	1.83	37.4	89
F-2	2.84	1.72	25.2	0.252	1.97	25.1	88
F-3	2.78	1.73	27.5	0.203	1.92	27.2	90
F-5	2.85	1.79	42.6	0.102	1.86	40.2	99

2. E級岩盤の三軸圧縮試験がCU条件に相当することを説明すること。

(1) 試験の手順

E級岩盤の三軸圧縮試験の手順は、以下に示すとおりである。

(a) 試験供試体は、地表部の強風化岩をシンウォールサンプラーで採取し、試験室で直径5cm、高さ10cmに整形して作成する。

(b) 供試体を三軸圧縮試験装置にセットし、側圧と1 kg/cm²のバックフレッシャーを与える。

この状態で供試体に段階的に側圧を加え、圧密排水させる。所定の側圧で B 値 = 間隙圧 / 側圧がほぼ1.0となったこと、つまり飽和状態に達していることを確認して非排水状態で軸圧を増加させ、応力～ひずみ関係を求めている。

(c) 解析に用いた三軸圧縮強度は、上記のように圧縮非排水せん断試験(CU試験)の結果を用いている。

泊発電所（1，2号炉）
原子炉建屋設置地盤の安定性に
関する指摘事項について

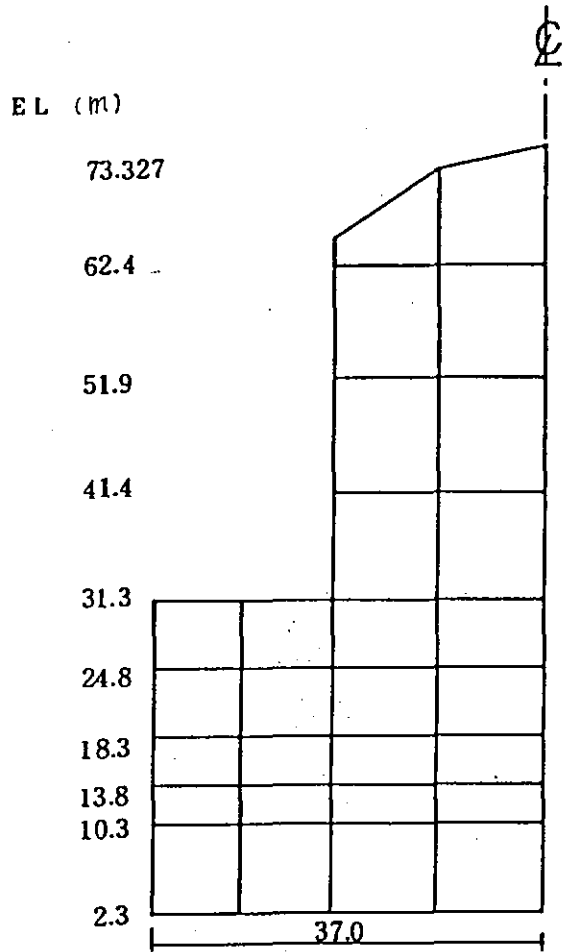
昭和59年 3月23日

1. $3 C_I$ に対応する原子炉建屋のせん断力分布を提出すること。

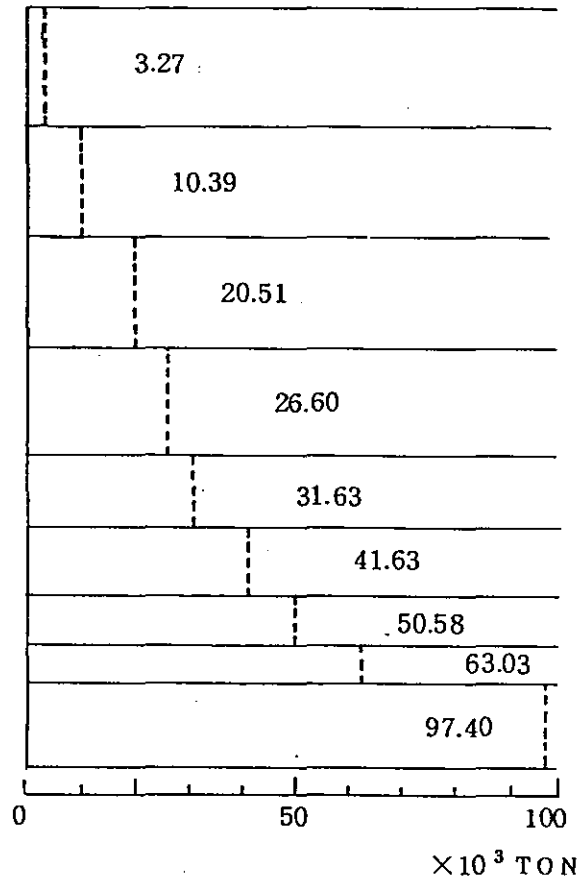
質点系モデルの固有値解析から得られる A_i 分布から質点系モデルのせん断力を算出し、これを用いて FEM モデルのせん断力分布を求めている。

FEM モデルのせん断力分布と、このせん断力分布から算出した換算 A_i 分布を第 1.1 図に示す。

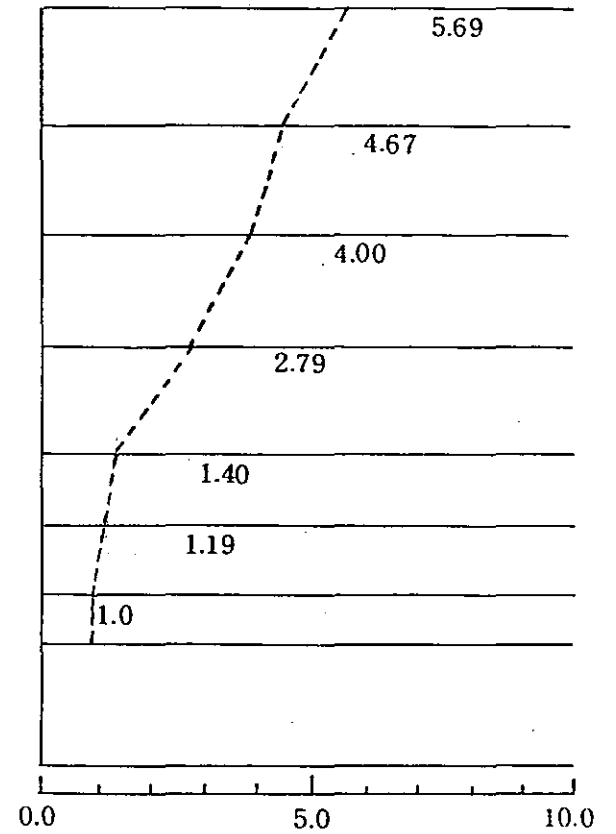
解析モデル



せん断力分布



換算 A i 分布



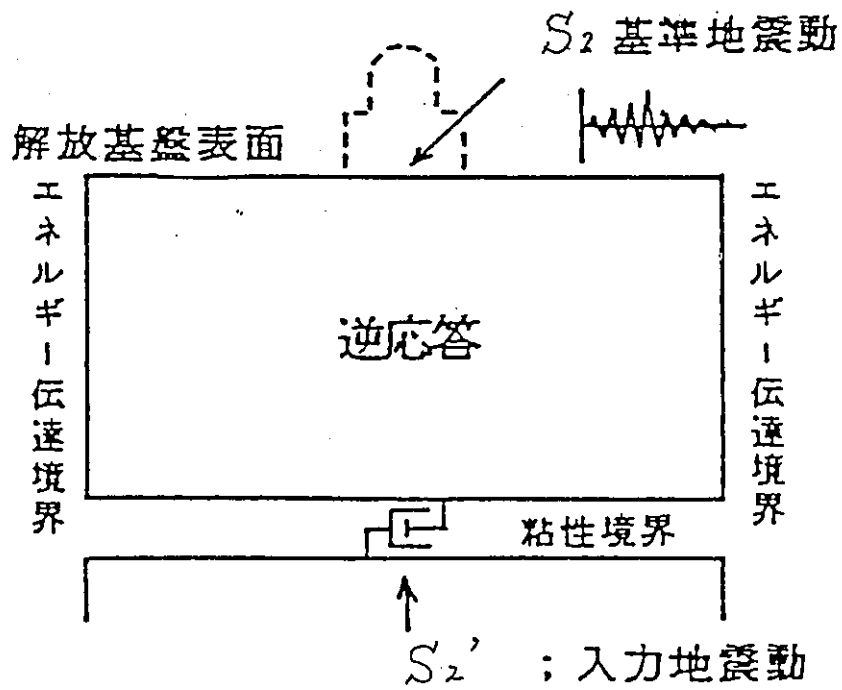
第 1.1 図 FEMモデルのせん断力分布と換算 A_i分布

2. 動的解析で用いた入力地震動の波形を示すこと。

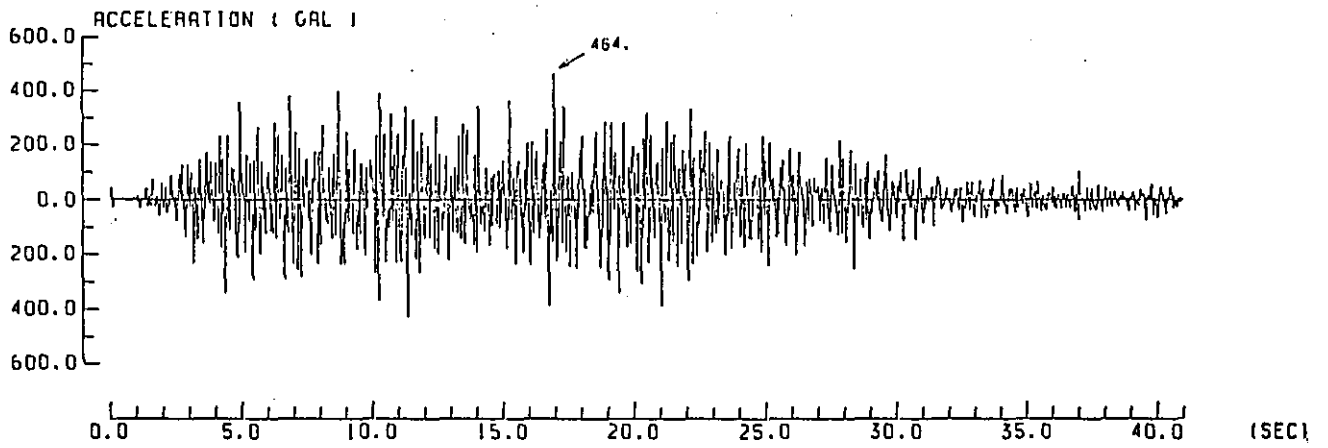
解析モデル基礎底面 ($EL - 200 m$) での入力地震動は、第 2.1 図に示すとおり基準地震動 ($SK2$) の定義された原子炉建屋基礎底面 ($EL 2.3 m$) から FEM モデルで逆応答を行うことにより作成している。

第 2.2 図に、1 号炉、第 2.3 図に 2 号炉で用いた入力地震動の加速度波形を示す。

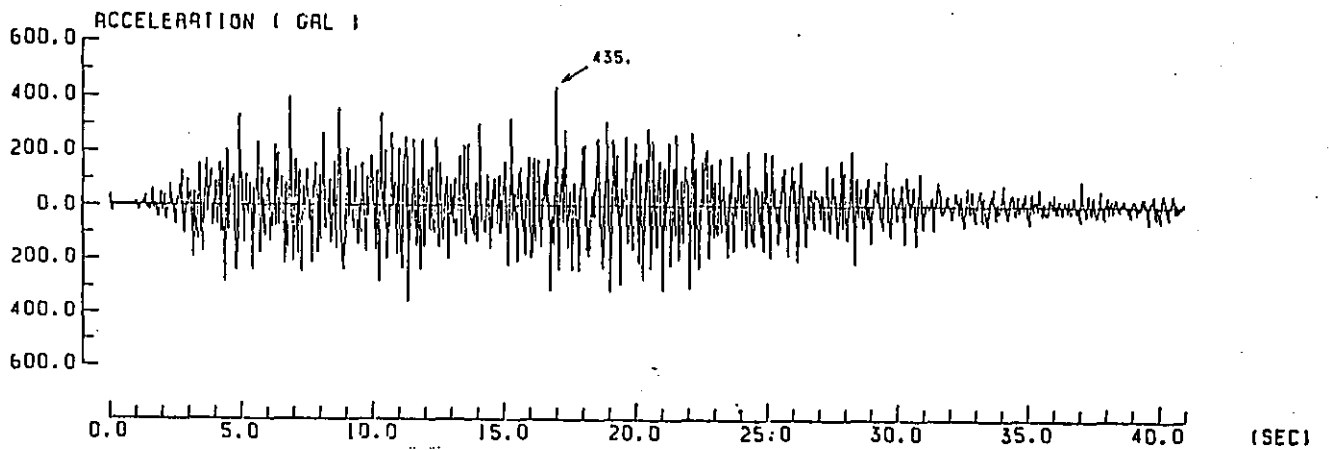
入力地震動の作成



第2.1図 入力地震動の作成



第 2.2 図 1 号側入力地震動加速度波形



第 2.3 図 2 号側入力地震動加速度波形

3. 全体すべり安全率算出の際に局所安全係数 ≤ 1.0 の要素の取扱いについて説明すること。

動的解析において、F-3断層の1要素で局所安全係数が1.0を下回っており、その時間は0.04秒程度である。

全体すべり安全率の算出にあたっては、この要素の強度は無視して計算している。

4. 断層の局所安全係数について、初期応力状態の強度を基準にして地震時の検討をすること

1号原子炉建屋基礎底面下に存在するF-3断層の安定性について、初期応力状態での強度を基準にして検討する。

(1) 平均主応力の検討

初期応力状態と地震時応力状態については、下記の2つのケースが考えられる。

i) 地震時に平均主応力が減少する場合

第4.1図に示すように、モールの応力円の中心が、地震時に減少方向に移動する場合であり、初期応力状態の強度を基準にした局所安全係数(以下 f_s' とする)は、従来の局所安全係数 f_s よりも大きくなる。

ii) 地震時に平均主応力が増加する場合

第4.1図に示すように、モールの応力円の中心が、地震時に増加方向に移動する場合であり、 f_s' は、 f_s よりも小さくなる。

第4.2図に、静的解析のうち基本解析、浮力解析の結果得られた初期応力状態での平均主応力 σ_{m0} と地震時の応力状態での平均主応力 σ_{ms} の関係もF-3断層について示す。

これによると、ほとんどの要素において σ_{m0} が σ_{ms} よりも

大きくなっており、前述のケース (i) に対応することになる。

したがって、断層の局所安全係数は、 $f_s < f'_s$ となり、初期応力状態の強度を基準にした局所安全係数は、従来の局所安全係数よりも大きくなるはずである。

(2) 局所安全係数

第 4.3 図に基本解析及び浮力解析より得られた初期応力状態の強度を基準にした局所安全係数 f'_s を従来の局所安全係数 f_s と比較して示す。

これによると、平均主応力の検討で示したとおり、下-3 断層のほとんどの要素で $f_s < f'_s$ となっており、特に f_s の小さい要素でこの傾向が顕著である。

(3) すべり安全率

第 4.1 表に初期応力状態の強度を基準にして求めた下-3 断層のすべり安全率を示す。

これによると、基本解析、浮力解析のいずれの場合でもすべり安全率は、従来のすべり安全率よりも大きくなっており従来のすべり安全率は、安全側の評価といえる。

第 4.1 表 すべり安全率

	従来のすべり安全率	初期応力状態の強度によるすべり安全率
基本解析	4.5	4.63
浮力解析	4.5	4.52

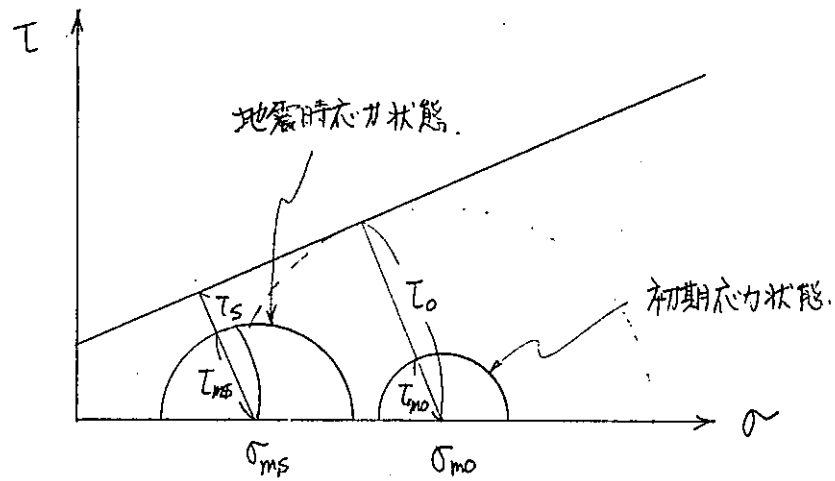
(4) 動的FEM解析に対する検討

動的FEM解析の結果得られた地震時の平均主応力 σ_{ms} と初期応力状態での平均主応力 σ_{mo} との関係を、F-3断層の要素に注目して、第4.4図に示す。

これによると、 S_{k2} 、 S_{v} のいずれの場合でも σ_{ms} は σ_{mo} よりも常に小さく付いていることから、局所安全係数 f_s' は、 f_s よりも大きくなること、すべり安全率も初期応力状態の強度を基準にしたほうが大きくなると思われる。

以上のことから、地震時の応力状態の強度を基準に安定性を評価することは、初期応力状態の強度を基準にした場合よりも安全側であるといえる。

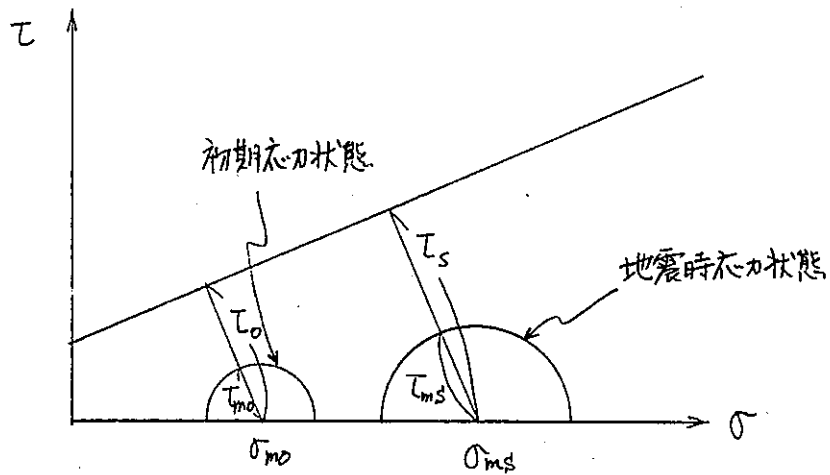
ケース ii)



$$f_s = \frac{\tau_s}{\tau_{ms}} \quad , \quad f'_s = \frac{\tau_0}{\tau_{ms}}$$

したがって $f_s < f'_s$

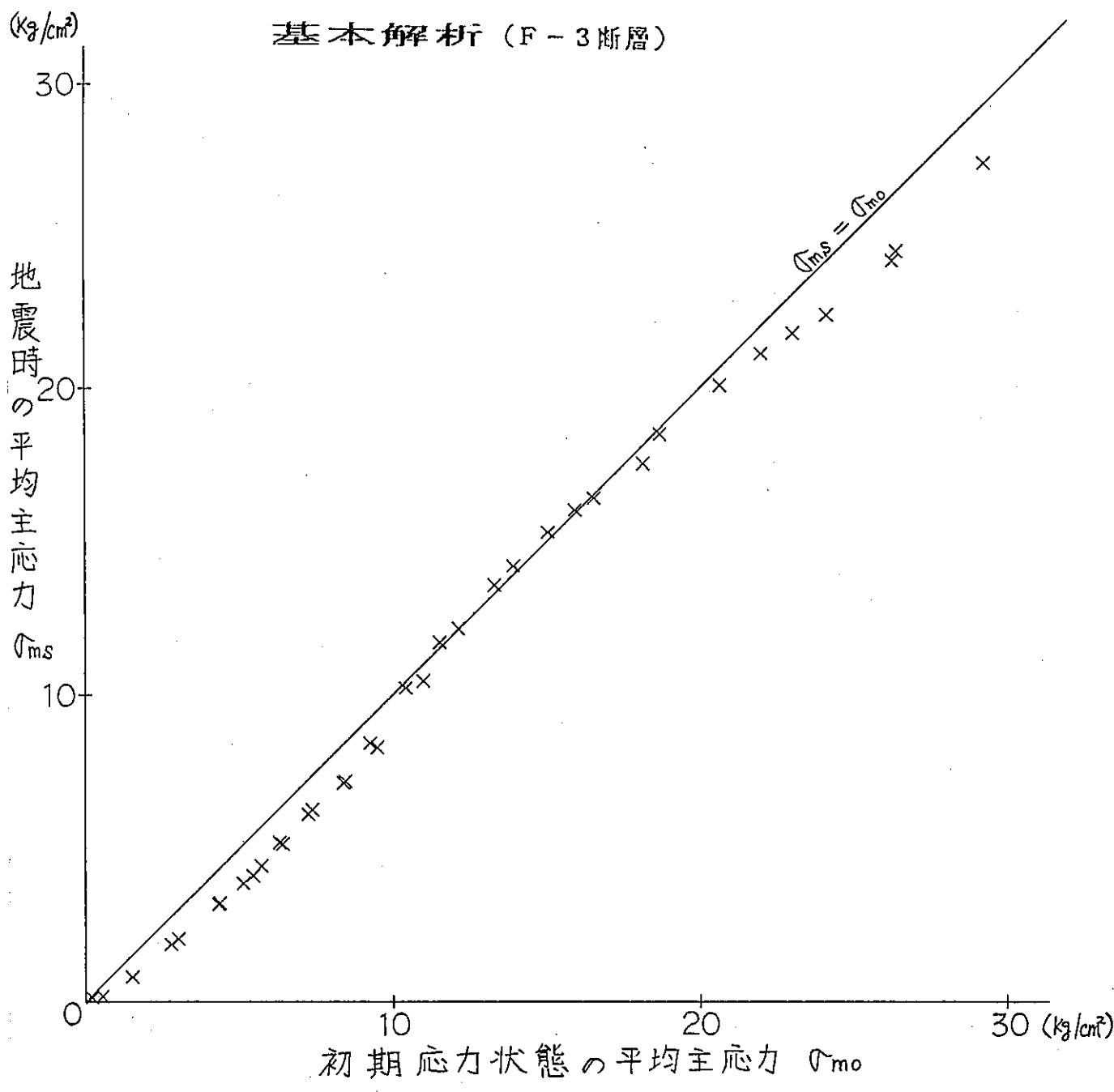
ケース iii)



$$f_s = \frac{\tau_s}{\tau_{ms}} \quad , \quad f'_s = \frac{\tau_0}{\tau_{ms}}$$

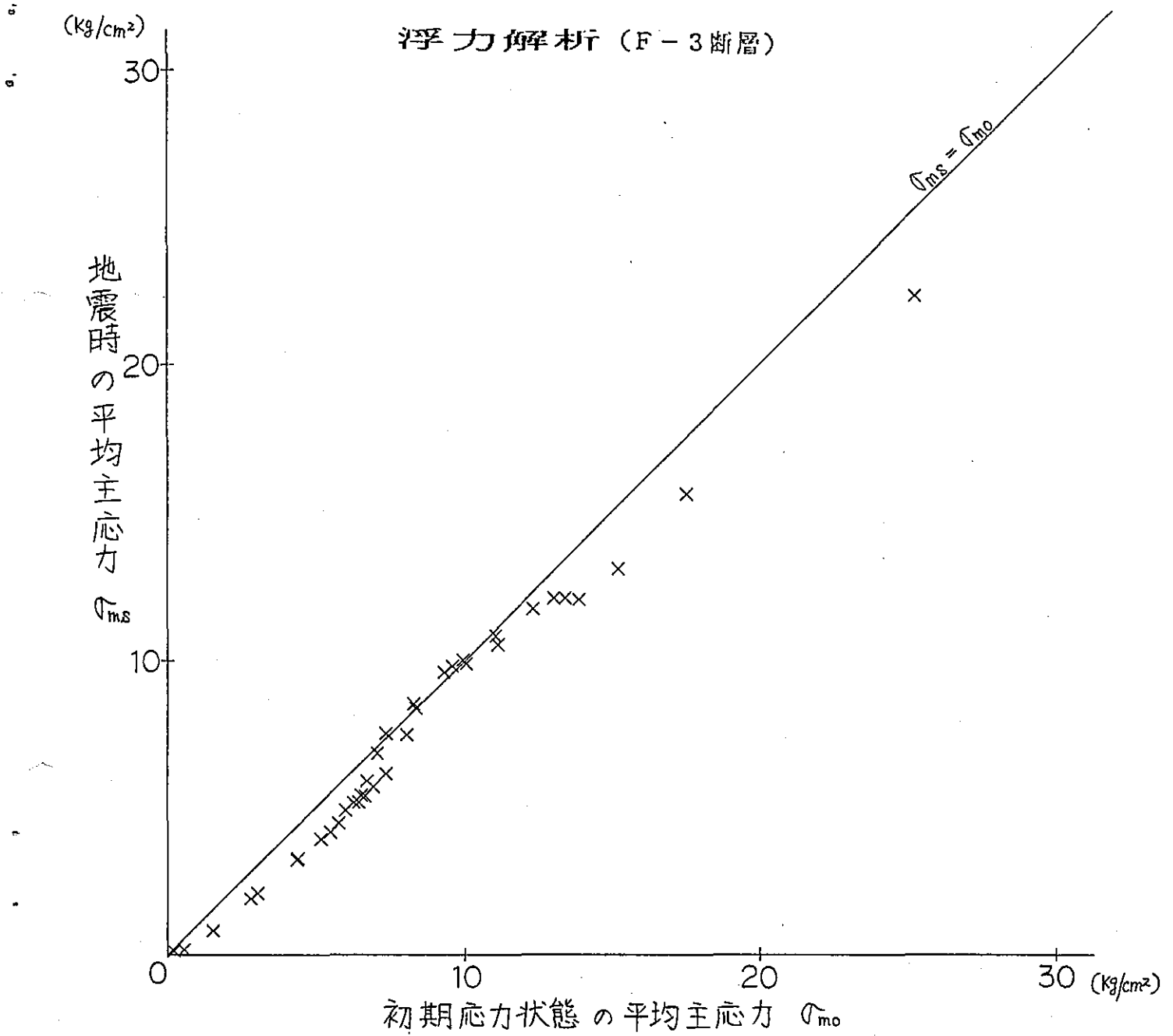
したがって $f_s > f'_s$

第4.1図 平均主応力の局所安全係数への影響



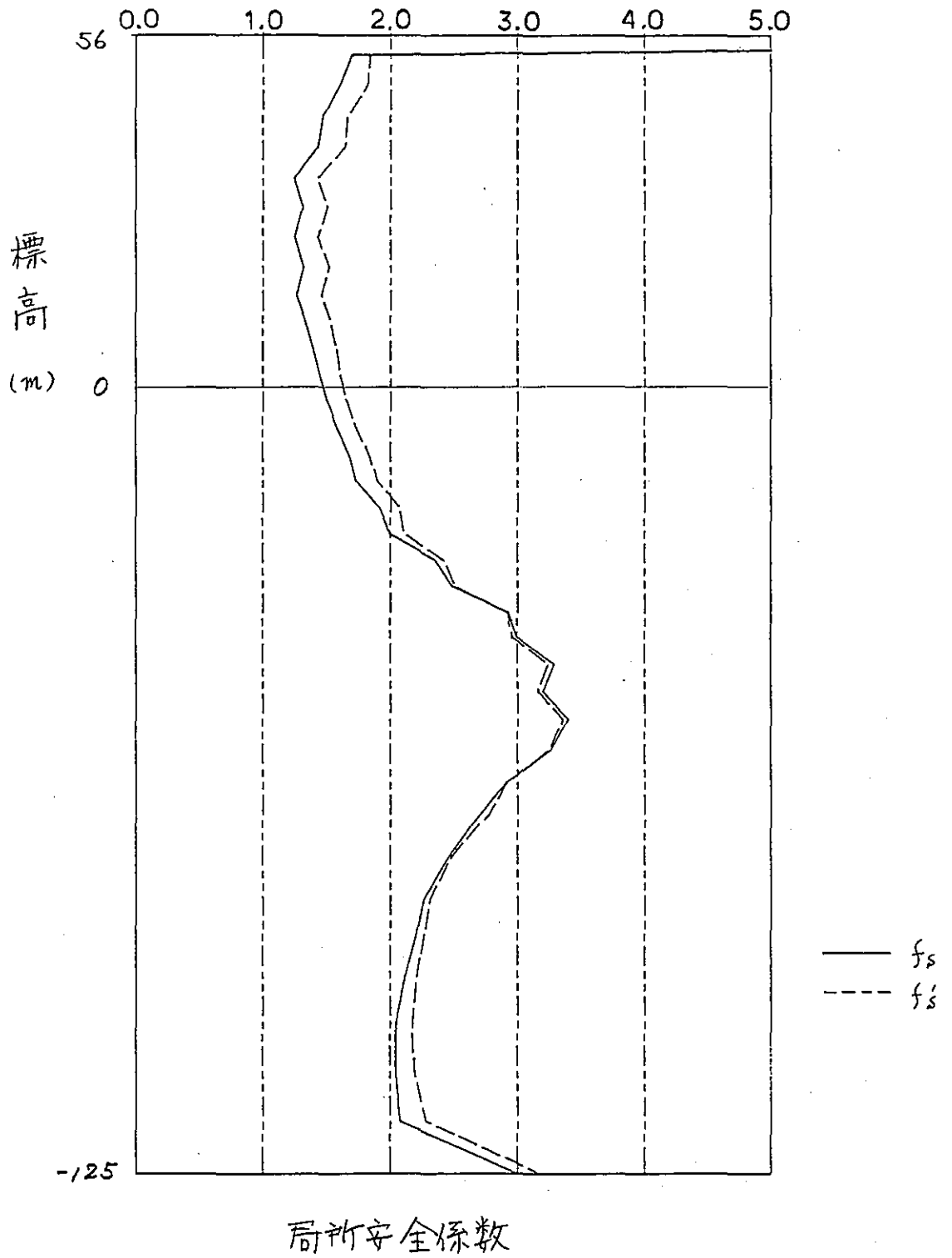
第4.2図(1) 平均主応力の変化

浮力解析 (F-3 断層)



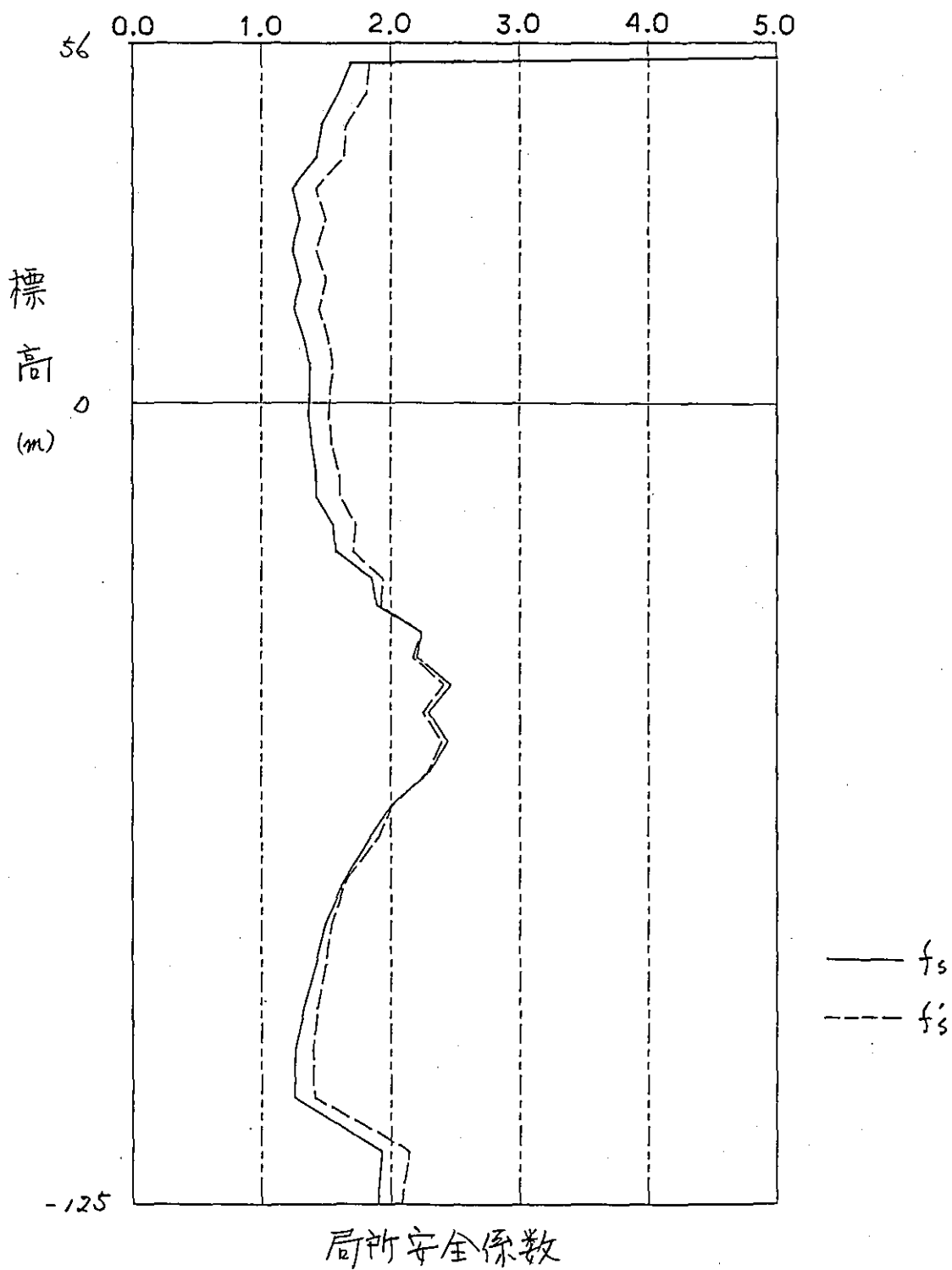
第4.2図(2) 平均主応力の変化

基本解析



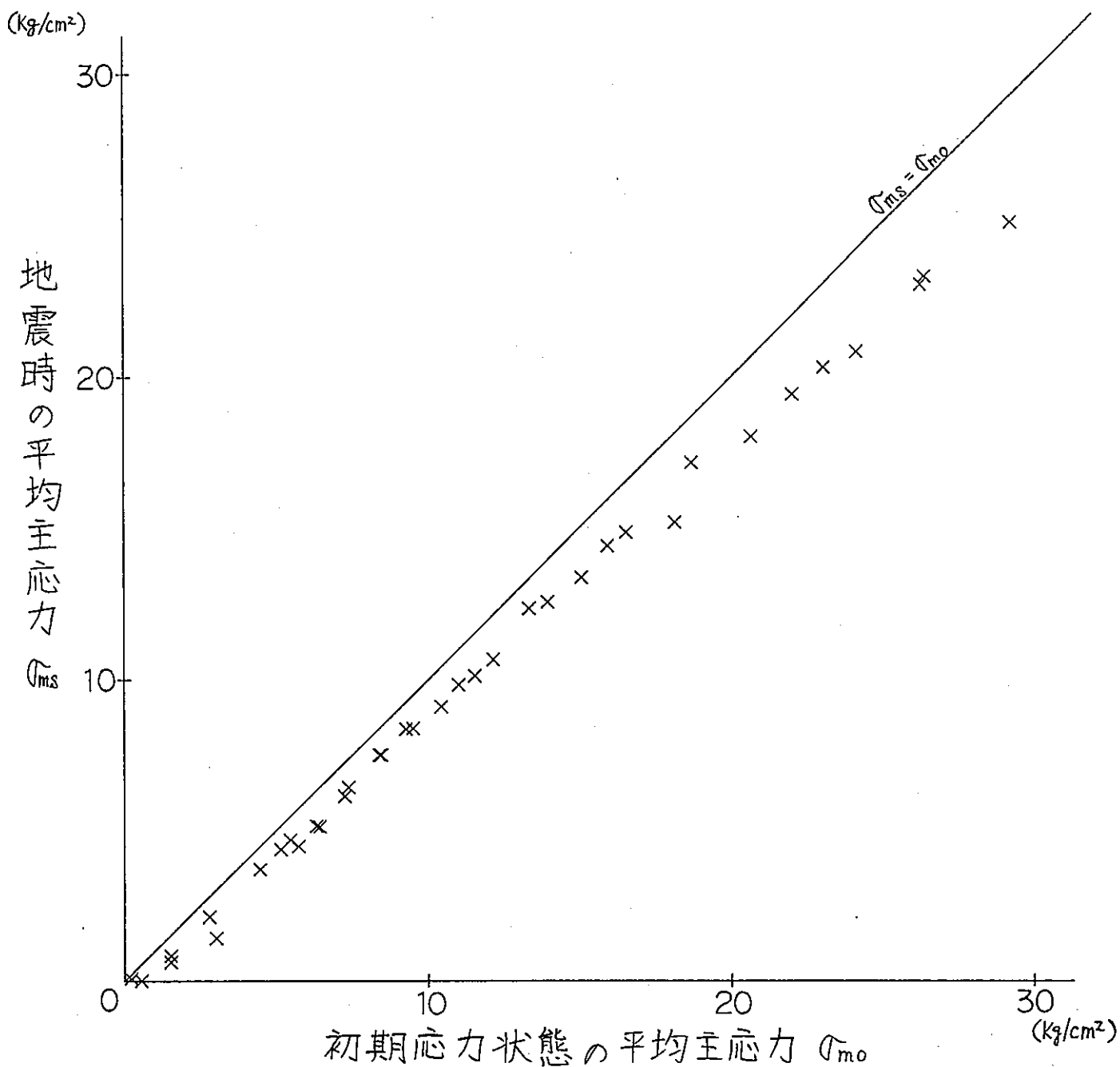
第4.3圖(1) F-3斷層局所安全係數分布

浮力解析



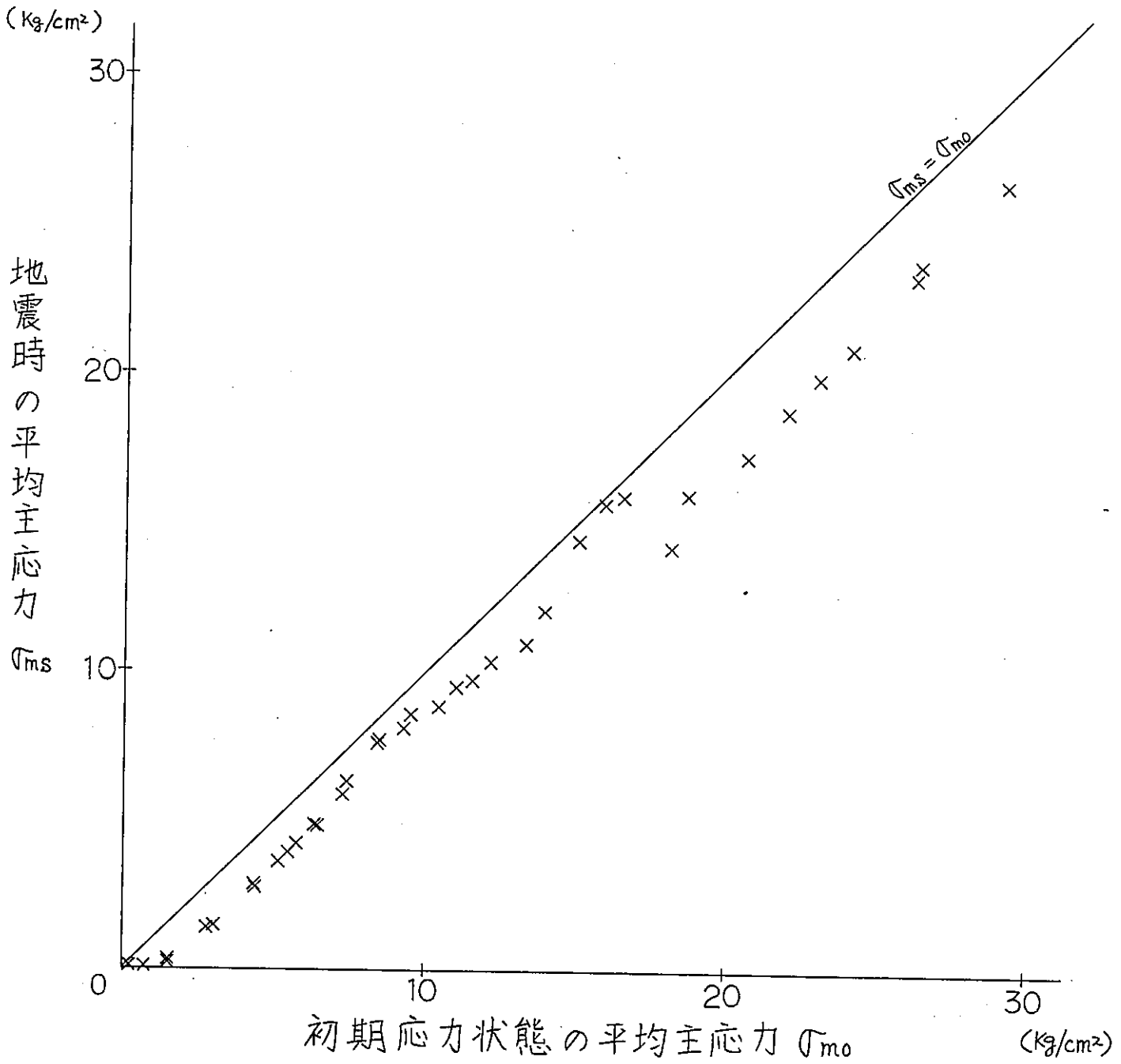
第4.3图(2) F-3断層局所安全係數分布

動的解析(S&z)F-3断層



第4.4図(1) 平均主応力の変化

動的解析(S_n) F-3断層



第4.4図(2) 平均主応力の変化

5. F-1断層の動的解析の局所安全係数の時刻歴を示すこと。

S₁₂の地震動に対する動的解析により得られたF-1断層の局所安全係数の時刻歴を第5.1図に示す。

これによると、F-1断層は、地震力が作用した場合に、局所安全係数が1.0を下回っている。

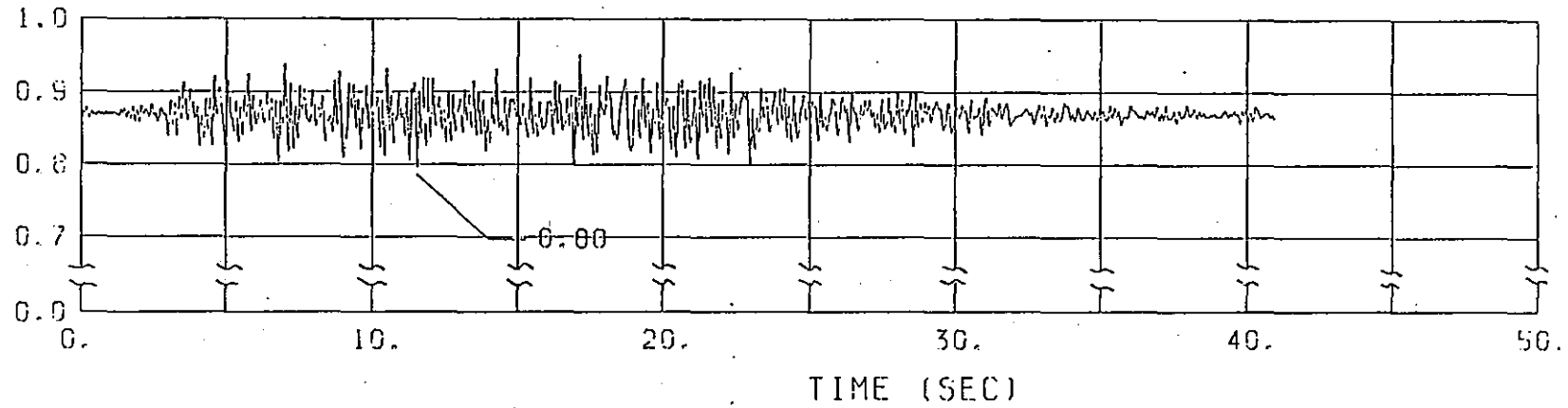
そこで、F-1断層の剛性をほとんど無視した静的FEM解析を実施した。

解析結果による原子炉建屋設置位置付近の地盤の局所安全係数を第5.2図に示す。

これによると、F-1断層の周辺の岩盤の局所安全係数は、基本解析とほとんど変わらず、このように堅硬な岩盤に存在するスリット状の小規模な弱層が地盤の安定性に与える影響は、ほとんどないと判断する。

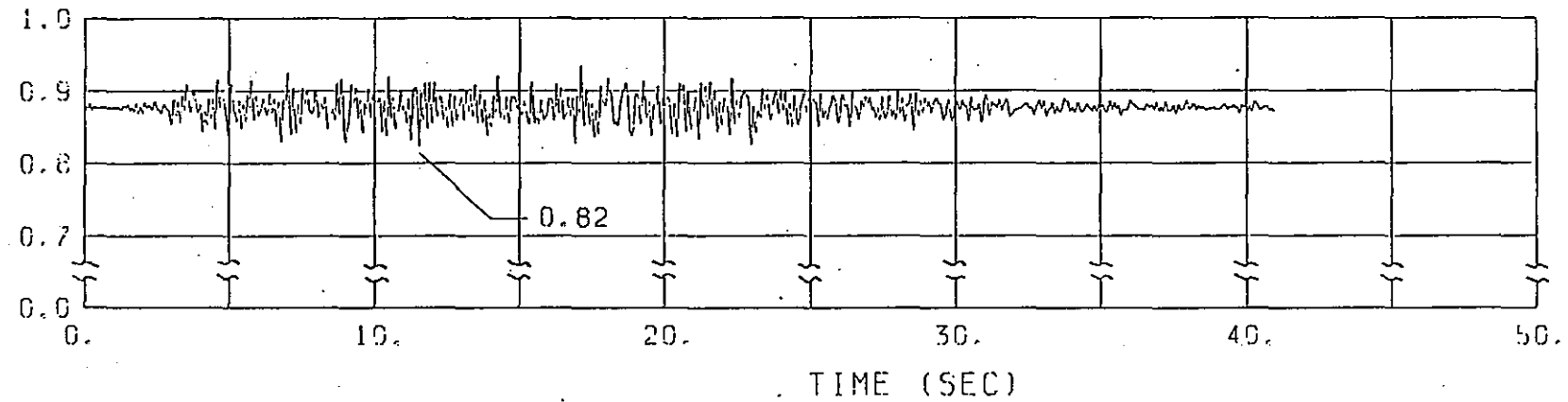
なお、F-1断層は、耐震重要度分類Cクラスの1号タービン建屋の基礎底面下に分布するものである。

局所安全係数



18

局所安全係数



第5.1図 F-1断層の局所安全係数時刻歴 (S_{R2})

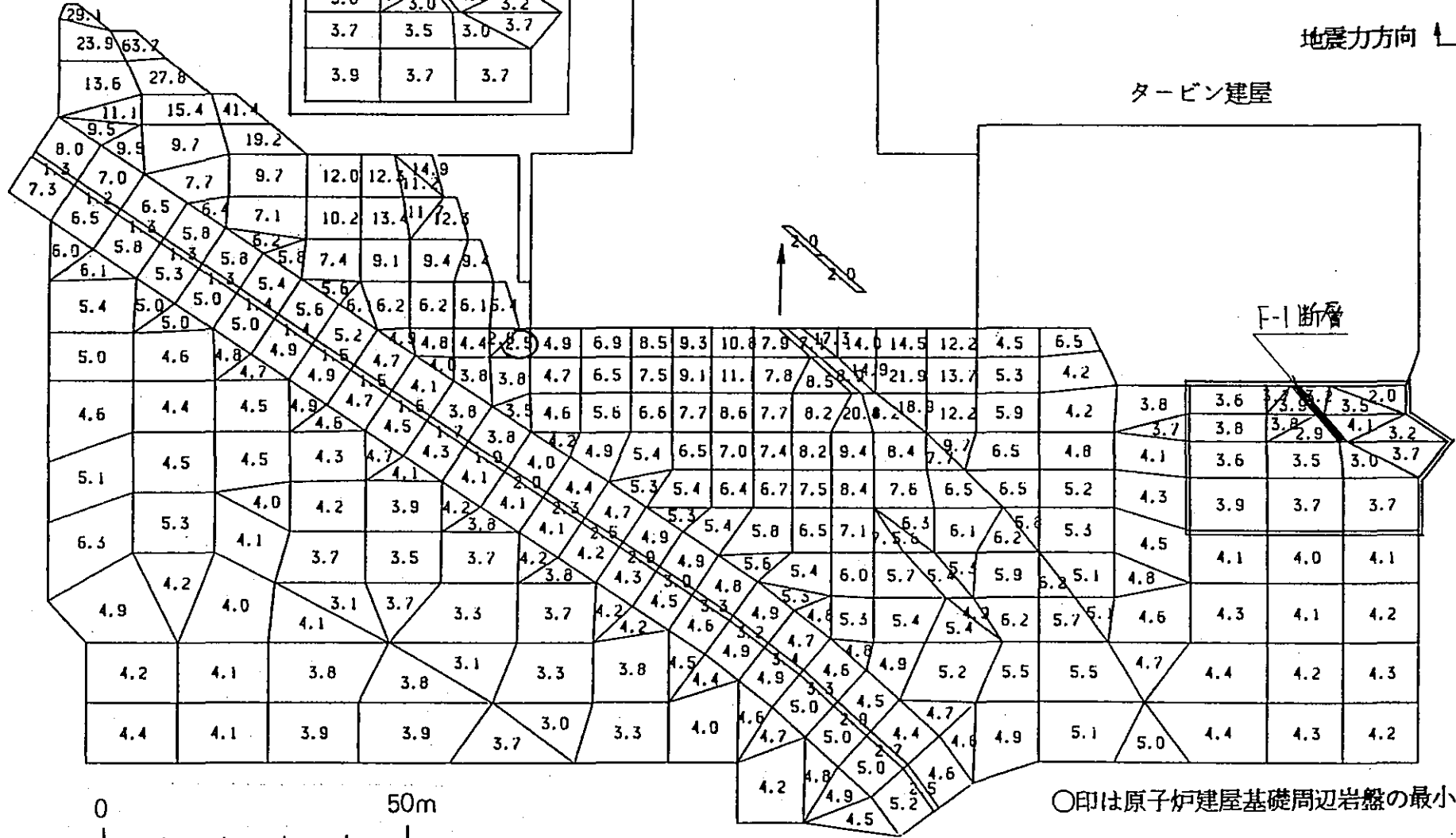
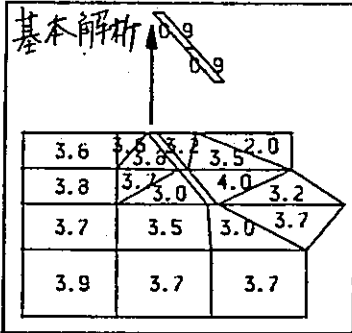
Y_{1c} - Y_{1c} 断面

(F-1断層)

地震力方向 ↑

タービン建屋

1号
原子炉建屋



第5.2 局所安全係数図

6. 静的解析の沈下量 $1/3000$ に対して機器制系に支障が与えられるか否かを検討すること。

1. 制御棒の挿入について

制御棒の挿入試験においては、制御棒駆動装置に約 $1/2.2$ の傾斜に相当する変位を静的に与えた試験を行っており、その結果、挿入時間は規定の時間以内であることが確認されている。

したがって、 $1/3000$ の沈下による傾斜を与えたとしても挿入時間が問題となることは無い。

2. 回転機器の機能維持について

回転機器の据付にあたっては、据付水平誤差が $5/100$ 程度を越えないように管理が行われる。一方、回転機器の運転実績から据付水平誤差として $5/100$ 程度の傾斜があっても運転機能上問題とはならない。

したがって、 $1/3000$ 程度の傾斜があっても、回転機器の運転機能上問題となることは無い。

泊発電所（1、2号炉）

日本海中部地震の応答スペクトル

昭和59年 3月23日

1. 日本海中部地震の応答スペクトル

日本海中部地震の観測結果を第1表に、第1図～第3図に深度別応答スペクトルを示す。

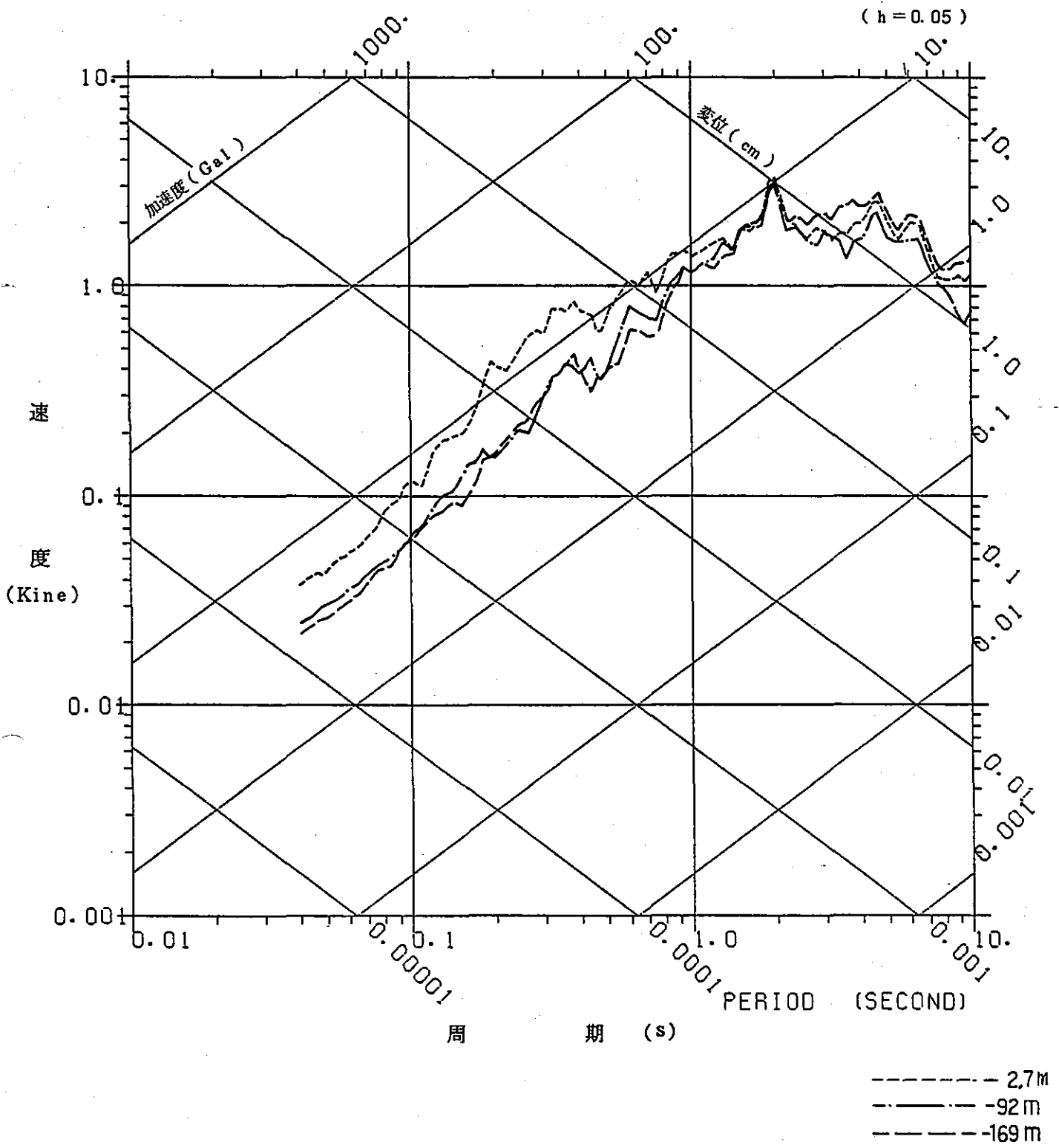
第1表 日本海中部地震の観測結果

発震 年月日 時刻	地震名 北緯 東経	マグニ チュード (M)	震央 距離 (km)	震源 深さ (km)	観測波の最大振幅						
					地震計 位置(緯)	NS		EW		UD	
						加速度	速度	加速度	速度	加速度	速度
* 1983. 5. 26 11:59' 57.5"	日本海中部 * (40°21.4'N 139°45'E)	* 7.7	322	* 14	-27	5.4	1.2	—	—	3.0	0.6
					-9	—	—	5.1	1.0	3.4	0.7
					-92	3.6	1.0	4.4	1.6	3.0	0.7
					-169	3.2	1.1	4.5	1.4	2.5	0.7

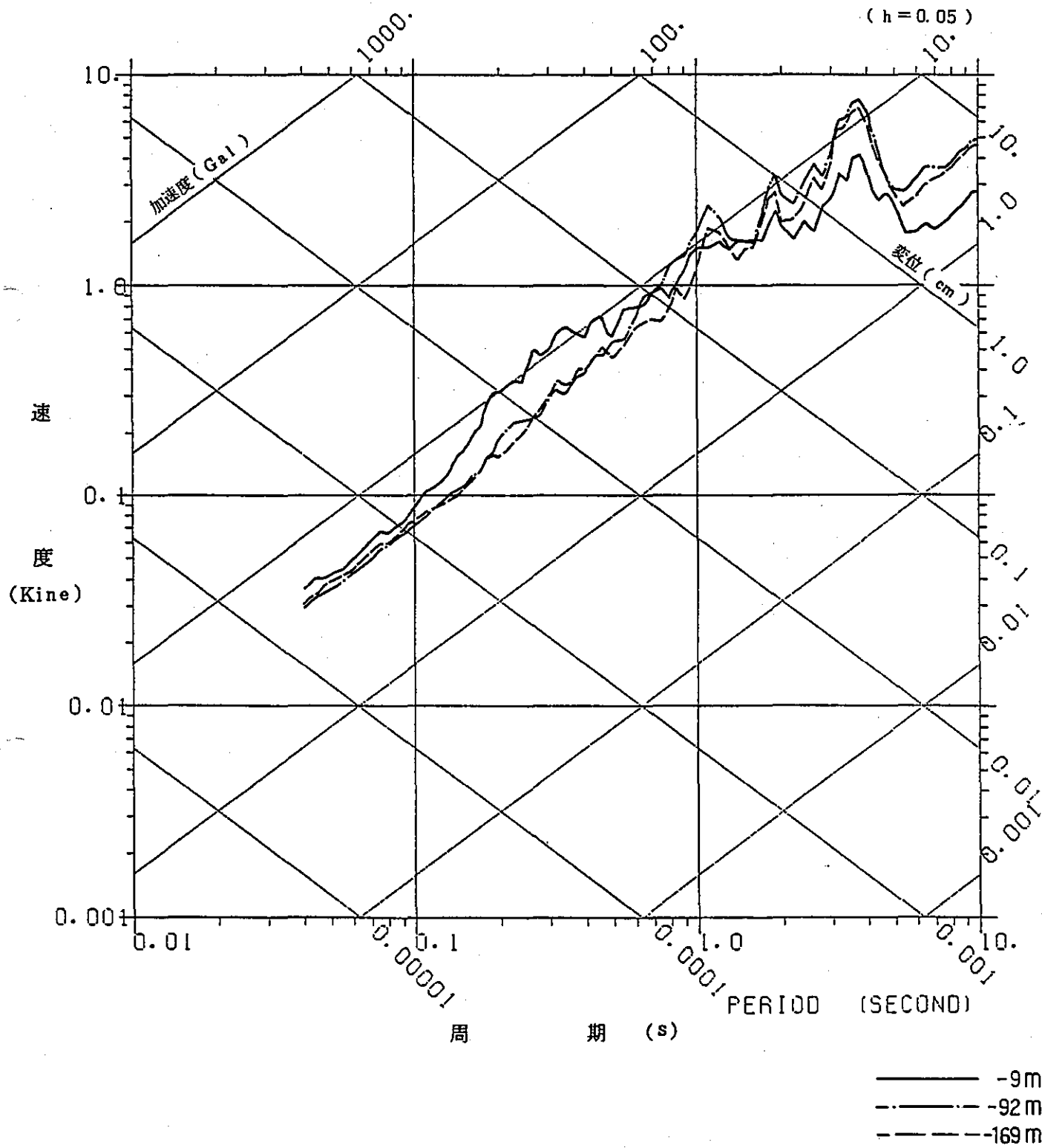
(単位 加速度: gal, 速度: kine)

— : 欠測を示す

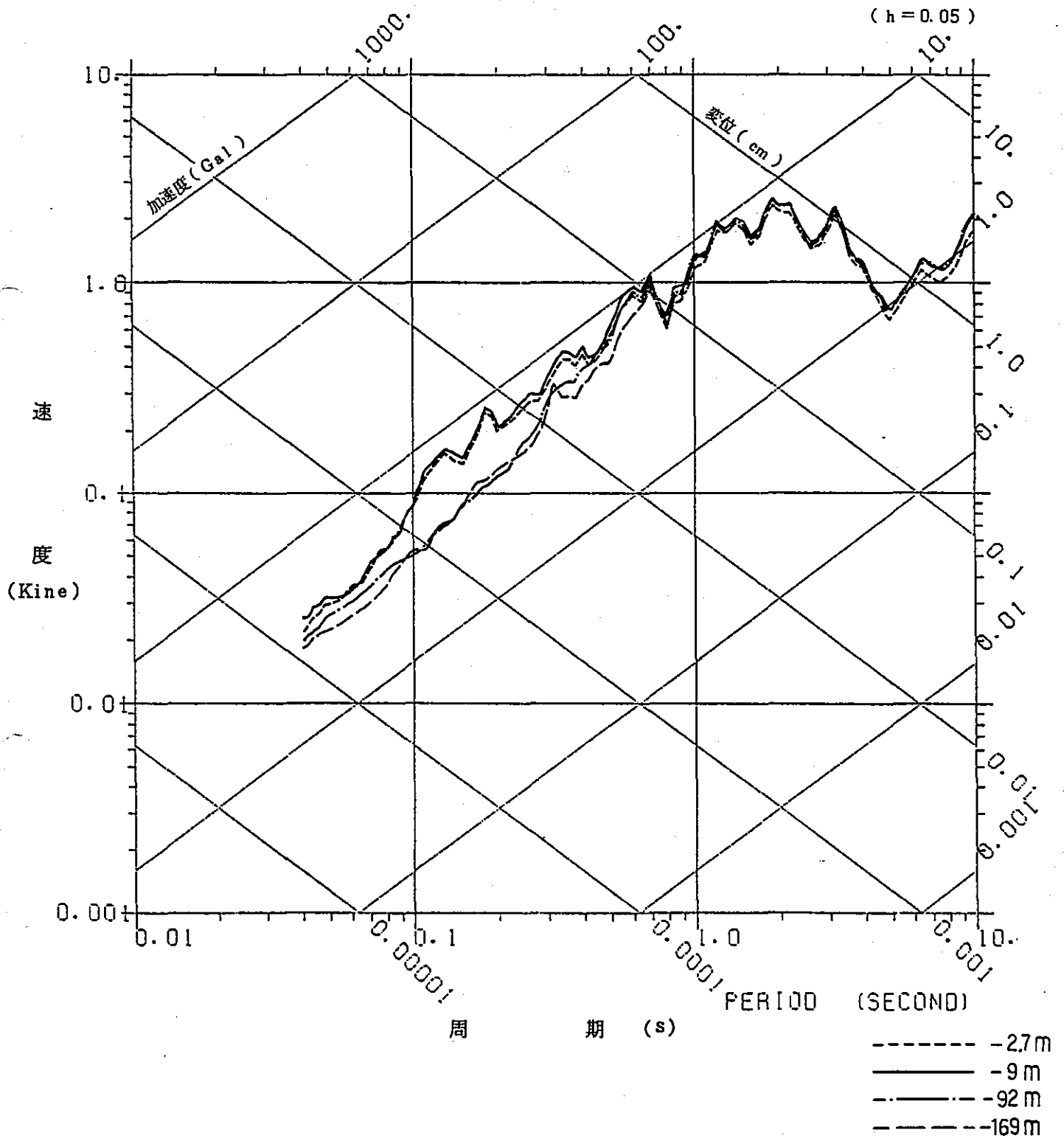
* : 北海道地震火山月報 (札幌管区気象台) による



第1図 深度別応答スペクトル (NS成分)



第2図 深度別応答スペクトル (EW成分)



第3図 深度別応答スペクトル (UD成分)