

「常陽」 メンテナンス建物の一部改修（地上階鉄骨造部分の外部補強）工事について

2021年6月8日

日本原子力研究開発機構
大洗研究所 高速実験炉部

高速実験炉「常陽」では、2022～2023年度に、メンテナンス建物の改修（地上階鉄骨造部分の外部補強）工事を計画している。

当該メンテナンス建物の改修工事は、耐震改修促進法に従い実施するものであることから、その取扱いについて、以下のように整理した。

1. メンテナンス建物の改修（地上階鉄骨造部分の外部補強）工事計画

メンテナンス建物の改修工事は、耐震改修促進法に従い、同法で規定する地震に対する安全性に係る基準に適合させるために補強するものである。詳細は添付資料に示す。

当該工事は、メンテナンス建物のうち、地上階鉄骨造部分について、建物外側（屋外）に補強部材を設置する工法である。建物の配置、基本構造、主要材質に変更は無く、耐震性能は向上され、遮蔽性能等その他の性能に影響はないことから、事業者の自主保安として実施する。

工期は約17カ月を見込んでおり、2022～2023年度に実施する計画である。

2. 新規制基準への対応

今回、耐震改修促進法に従い、事業者の責務として、既許可等に基づき、メンテナンス建物の改修（地上階鉄骨造部分の外部補強）工事を実施する。

新規制基準適合に係る許可取得後、他の既設の設備と同様、当該メンテナンス建物についても（今回補強を要しない地下部分も含めて）、設計及び工事の計画の認可に係る申請において、基準に適合することを示す。

3. 耐震改修促進法に従い予定するその他の改修工事

本件、メンテナンス建物については、巡視・点検等により、人が常時立入る必要があること、及び保有水平耐力比が0.5を下回っていることから、早急に対応するものである。

今後も耐震診断の結果、補強が必要な建物については、計画的に改修を実施していくものであり、そのうち、高速実験炉原子炉施設の（原子炉等規制法の適用を受ける）建物としては、管理区域出入管理棟がある。当該建物は、原子炉付属建物管理区域への出入りの際のチェンジングルーム、汚染検査室等であり、鉄骨構造の耐震Cクラスの建物である。

以上

高速実験炉「常陽」メンテナンス建物の一部改修（地上階鉄骨造部分の外部補強）工事について

【メンテナンス建物概要】

「常陽」メンテナンス建物は、機器の汚染除去、機器の洗浄、大型機器の分解及び保修並びに不要物品の解体等が行われる。現在は地下ピットを有し、地下ピットは、大型機器の洗浄、機器の一時貯蔵及び放射性廃棄物の貯蔵に使用される。また、建物1階（地上階）では、小型機器の洗浄、機器の分解及び保修並びに不要物品の解体等が行われる。

現在、「常陽」は長期原子炉停止中であり、当該建物地上階の使用頻度は少ないものの、地下階の放射性廃棄物の保管状態の確認等、巡視及び点検のために地上階に定期的な出入りする必要がある。

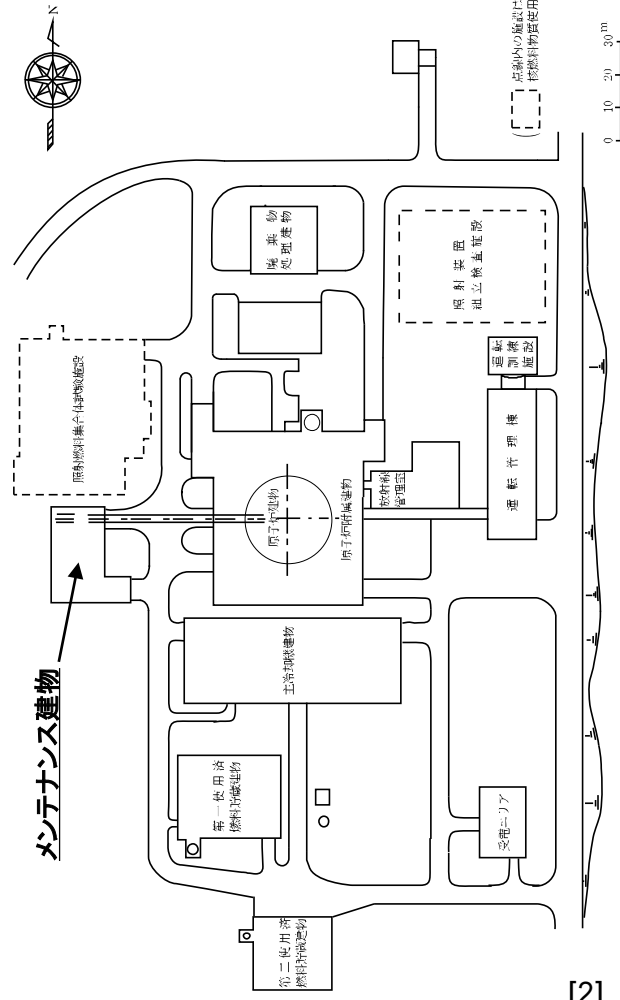
【地上階（鉄骨造）補強の必要性】

当該建物は、ナトリウムを取扱うため、危険物（第3類）取扱所となっており、耐震改修促進法に基づく耐震診断を行っている。診断の結果、地上階（鉄骨造部分）について、保有水平耐力比が0.5未満であることが明らかとなり、補強が必要とされている。

なお、地下階の保有水平耐力比は1.0以上であり、補強の必要は無く、放射性廃棄物の貯蔵等に係る放射線防護上の問題は無い。

メンテナンス建物主要仕様

耐震クラス	B
構造	地上階：鉄骨造 地下階：コンクリート構造
竣工	1974年



全体配置図



メンテナンス建物外観

高速実験炉「常陽」メンテナンス建物の一部改修（地上階鉄骨造部分の外部補強）工事について

【改修工事の概要】

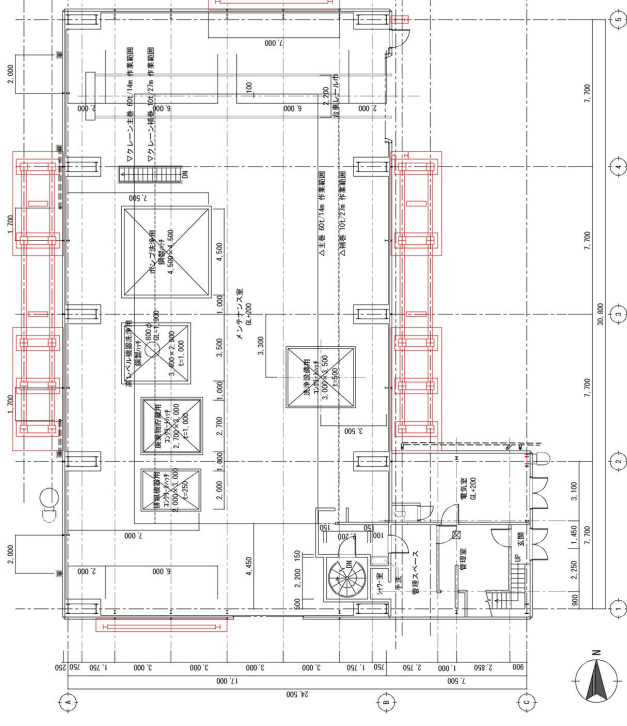
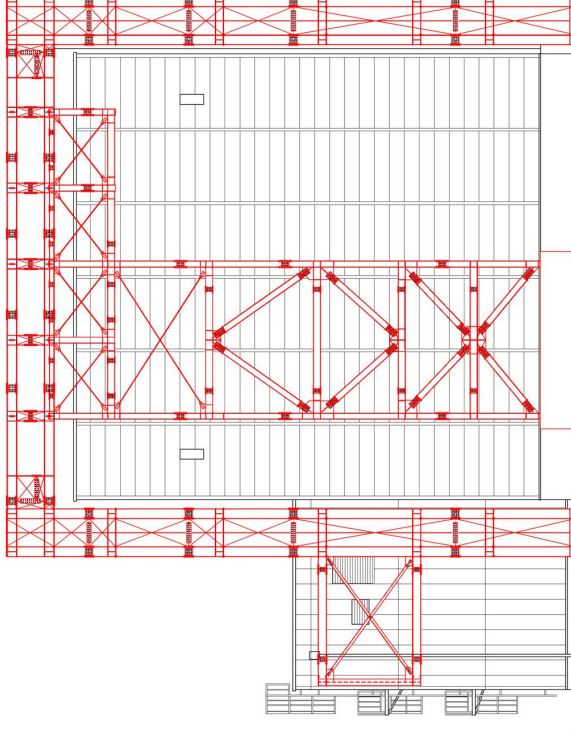
当該建物の改修工事は、耐震改修促進法に従い、事業者の責任において、地震に対する安全性に係る基準に適合させるために補強するものである。

その工法は、建物地上階の外側に補強部材を追加設置するものであり、建物の配置、基本構造、主要材質に変更は無く、耐震性能は向上され、遮蔽性能等その他の性能に影響はない。

【新規制への適合性】

現在「常陽」は、新規制基準への適合性について審査中である。したがって、新規制基準適合に係る許可取得後、当該メンテナンス建物についても他の既設の設備と同様に、設計及び工事の計画の認可に係る申請において、基準に適合することを示すことになる。

なお、新規制適合性確認（申請中）における当該建物の耐震クラスは、既許可と同じBクラスとしており、これに相應する地震力にて設計する。また、メンテナンス建家内に設置されている許可対象の機器・配管等は、全て剛構造で設計されており、建家との共振の恐れは無い。



メンテナンス建物補強概略図（赤：補強部材）

設計仕様

仕様	鉄骨の外部補強 基礎の増打補強	鉄骨の外部補強 基礎の増打補強
補強部材 主要材料	鋼材：SN400B（JIS G 3136） ：SN490B（JIS G 3136） ：SS400（JIS G 3101） アンカーボルト：ABR490（JIS B 1220） ：ABR400（JIS B 1220）	鉄筋：SD295、SD345、SD390（JIS G 3112） コンクリート：普通コンクリート（JIS A 5308） アンカー筋：SD295A、SD345（JIS G 3112）

新旧建築基準法と耐震診断の関係について

1. 旧建築基準法施行令（昭和 56 年以前）と新建築基準法施行令（現行）の違い

新建築基準法施行令の主な変更は、以下の各項で示すとおりであるが、二次設計の追加によりこれまでの約 2 倍の地震まで倒壊・崩壊しないことを検証することとなったことが大きく影響している。

新建築基準法施行令では、種々の構造等規則に係る部分に対しても変更がなされており、旧建築基準法施行令に基づき建設された建物に、新建築基準法施行令をそのまま適用することができないため、新建築基準法のバックフィットは行われていない。

これを補うために、平成 7 年に耐震改修促進法が制定され、平成 25 年の改正で規制が強化され、建物の用途と規模によって耐震診断の義務化、診断結果の公表、及び耐震改修努力義務が課せられた。なお、耐震改修促進法の目的は、「地震による建築物の倒壊等の被害から国民の生命、身体及び財産を保護するため、建築物の耐震改修の促進のための措置を講ずることにより、建築物の地震に対する安全性の向上を図り、公共の福祉の確保に資すること」である。

1.1 設計目標と評価の強化

昭和 53 年宮城県沖地震で 1 階部分が柱だけのピロティ形式や偏心の著しい建築物等で被害が発生したことから、地震による建築物の倒壊等の被害から国民の生命、身体及び財産を保護するという目的から、大規模地震に対する検証を行う二次設計が追加された。

地震力	旧 建築基準法施行令	新 建築基準法施行令
中規模地震 (震度 5 強程度)	損傷しないこと (許容応力度計算) 標準震度 $C_0=0.2$	損傷しないこと (許容応力度計算(一次設計)) 標準せん断力係数 $C_0=0.2$
大規模地震 (震度 6 強～7 程度)	性能基準がなかった	倒壊・崩壊しないこと (保有水平耐力計算(二次設計)) 標準せん断力係数 $C_0=1.0$

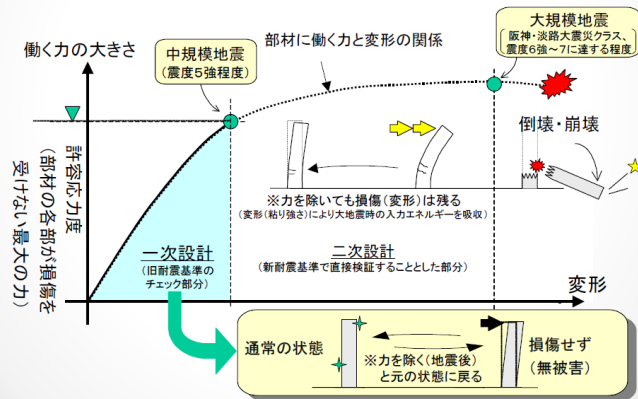
建築基準法の耐震基準の概要

○許容応力度計算（一次設計）

特徴「中規模の地震動でほとんど損傷しない」ことの検証を行う。（部材の各部に働く力 \leq 許容応力度）
⇒数十年に1度程度発生する地震動に対してほとんど損傷が生ずるおそれのないこと。

○保有水平耐力計算（二次設計）※

特徴「大規模の地震動で倒壊・崩壊しない」ことの検証を行う。（保有水平耐力比 $Q_u/Q_{un} \geq 1$ ）
⇒数百年に1度程度発生する地震動に対して倒壊・崩壊するおそれのないこと。



※ 二次設計には、保有水平耐力計算の他、より略率的な許容応力度等計算やより高度な構造計算方法である限界耐力計算等がある。

耐震改修促進法改正の概要と建築物の安全性確保に向けた取組(国土交通省より抜粋)

1.2 水平地震力の考え方

上階に行くほど大きく揺れて地震力が大きくなるので、これを補正する A_i 係数の導入

地震力	旧 建築基準法施行令	新
中規模地震 (震度 5 強程度)	<p>許容応力度計算</p> <p>各位置の水平地震力 Q_i</p> $Q_i = n \cdot C_i \cdot W_i$ <p>n : 耐震重要度係数(Bクラス 1.5)</p> $C_i = C_o \cdot R_t$ <p>C_o : 基礎底面での標準震度=0.2</p> <p>C_o は、基礎底面から 4m 高さ毎に 0.01 を加算(当時の施行令第 88 条による)</p> <p>R_t : 建物の構造種別と支持地盤による低減係数=0.9</p> <p>W_i : 当該部分の荷重</p>	<p>許容応力度計算(一次設計)</p> <p>地上部分</p> <p>各階の地震層せん断力 Q_i</p> $Q_i = n \cdot C_i \cdot W_i$ $= n \cdot Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_o \cdot W_i$ <p>n : 耐震重要度係数(Bクラス 1.5)</p> $C_i = Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_o$ <p>Z : 地震地域係数=1.0</p> <p>R_t : 振動特性係数=0.7~1.0</p> <p>A_i : 地震層せん断力係数</p> <p>C_o : 標準せん断力係数=0.2</p> <p>W_i : 当該部分が支える荷重</p> <p>地下部分</p> <p>各位置の水平地震力 P_k</p> $P_k = n \cdot k \cdot W_k$ <p>n : 耐震重要度係数(Bクラス 1.5)</p> <p>k : 水平震度</p> $k \geq 0.1 \cdot (1 - H/40) \cdot Z$ <p>H : 地下部分の深さ (20m 以上は 20m)</p> <p>Z : 地震地域係数=1.0</p> <p>W_k : 当該部分の荷重</p>
大規模地震 (震度 6 強~7 程度)	<p>性能基準がなかった</p>	<p>保有水平耐力計算(二次設計)</p> <p>各階の必要保有水平耐力 Q_{un}</p> $Q_{un} = D_s \cdot F_{es} \cdot Q_{ud}$ $= D_s \cdot F_{es} \cdot n \cdot Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_o \cdot W_i$ <p>D_s : 構造特性係数(減衰性及び靱性を考慮した数値)</p> <p>F_{es} : 各階の形状特性係数を表す係数(各階の剛性率及び偏心率に応じた数値)</p> $Q_{ud} = n \cdot Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_o \cdot W_i$ <p>n : 1.0 として計算</p> <p>Z : 地震地域係数=1.0</p> <p>R_t : 振動特性係数=0.7~1.0</p> <p>A_i : 地震層せん断力係数</p> <p>C_o : 1.0 として計算</p> <p>W_i : 当該部分が支える荷重</p> <p>$Q_u / Q_{un} \geq 1.0$ (JEAC4601 : S クラスの場合 1.5)</p> <p>Q_u : 保有水平耐力</p>

1.3 建物の変形、バランス性能の考慮

1.1 項にも記載したとおり、昭和 53 年宮城県沖地震で 1 階部分が柱だけのピロティ形式や偏心の著しい建築物等で被害が発生したことから、建物のバランス等を考慮した設計が導入された。

建物は、靱性が低い場合、限界を超えると即崩壊に至ったり、建物のバランスが悪い、例えば片側に大きな開口があったり、ある階のみ壁がないピロティ形式であったりと全体として強度があっても部分的に強度が不足することになるため、旧施行令では考慮されてなかった構造特性、平面方向のバランス（偏心率）、高さ方向のバランス（剛性率）の評価が設計に追加された（偏心率、剛性率の制限、1.2 項の必要保有水平耐力式内の D_s 、 F_{es} 係数の導入）。

2. 耐震改修促進法

耐震改修促進法は、旧建築基準法施行令で施工された既存建築物の構造特性を考慮した補正係数を加えることで、新建築基準法施行令と同様の耐震指標により評価できるようにしたものであり、その耐震診断の結果 NG となるものは、大規模地震（震度 6 強～7 程度）で建物が倒壊しないように耐震改修を実施する必要がある。

地震力	旧 建築基準法施行令での建物 耐震改修促進法に基づく耐震診断を実施	新 建築基準法施行令での建物
大規模地震 (震度 6 強～7 程度)	<p>保有水平耐力計算 各階の必要保有水平耐力 Q_{un} (新建築基準法施行令の二次設計と同一式) $Q_{un} = D_s \cdot F_{es} \cdot Q_{ud}$ $= D_s \cdot F_{es} \cdot n \cdot Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_o \cdot W_i$ D_s : 構造特性係数(減衰性及び靱性を考慮した数値) F_{es} : 各階の形状特性係数を表す係数(各階の剛性率及び偏心率に応じた数値) $Q_{ud} = n \cdot Z \cdot R_t \cdot A_i \cdot C_o \cdot W_i$ n : 1.0 として計算 Z : 地震地域係数=1.0 R_t : 振動特性係数=0.7～1.0 A_i : 地震層せん断力係数 C_o : 1.0 として計算 W_i : 当該部分が支える荷重</p> <p>耐震性能評価 $GIs = Q_u / (I \cdot \alpha \cdot Q_{un}) \geq 1.0$ GIs : 構造耐震指標 Q_u : 保有水平耐力 I : 重要度係数(官庁施設の場合 1.25、S クラス相当 1.5) α : 必要保有水平耐力の補正係数 $\alpha = \alpha_d \cdot \alpha_m / U$ α_d : 靱性能補正係数(構造規定満足 : 1.0、構造規定満足しない : 1.5) α_m : モデル化による補正係数 $U = \min(T, Q)$ U : 劣化係数 T : 経年係数 Q : 品質係数</p>	<p>新建築基準法施行令に適合しているため、耐震改修促進法に基づく耐震診断は必要なし。</p>

3. メンテナンス建物の主な NG 箇所

3.1 ブレース材

東西面の地上鉄骨の最下層、最上層のブレース材の降伏。

南北面の地上鉄骨の各層ブレース材の降伏。

3.2 柱材

南北面の柱最下部の降伏、ひび割れ損傷

以上

「常陽」 メンテナンス建物の建設時の設工認に対する
一部改修（地上階鉄骨造部分の外部補強）工事の影響について

本資料は、耐震改修促進法に従い実施する計画である「メンテナンス建物の一部改修（地上階鉄骨造部分の外部補強）工事」が、建設時の設計及び工事の方法の認可申請書（以下「設工認」という。）に基づき建築された当該建物に対して、どのような影響があるかについてまとめたものである。

1. メンテナンス建物の建設時の設工認申請書について

申請日：1973/3/23

申請番号：47 動燃(高速)157

件名：メンテナンス建物

区分：その他原子炉の付属施設

認可日：1973/4/10

認可番号：48 原第 2900 号

申請内容：(詳細は添付参照)

- 本文
1. メンテナンス建物の概要
 2. メンテナンス建物の設計
 3. メンテナンス建物の工事の方法
 4. メンテナンス建物の試験検査

添付書類(1) メンテナンス建物の強度計算書

添付書類(2) メンテナンス建物の遮蔽計算書

2. 耐震改修促進法に従い実施するメンテナンス建物の改修工事の影響について

今回実施する「メンテナンス建物の一部改修工事」は、建物地上階の外側（屋外）に補強部材を追加設置するものであり、その工法は、建物外側に補強基礎を増し打ちし、建物を覆うように鉄骨にて檣を組み、耐震補強部材として供するものである。したがって、既存の建物に新たな荷重が加わることは無く、悪影響を及ぼすことは考えられない。

また、既存建物の配置、基本構造、主要材質に変更は無く、遮蔽性能への影響も考えられない。

耐震性能については、今回実施する補強分を考慮すれば向上することは明らかである。

したがって、建設時の設工認（に基づき建築された建物）に対して、今回の工事が非安全側の影響を与えることは無い。

なお、耐震性能の向上については、適合性確認の許可を受けた後、それに基づくバックフィットの設工認にて申請することが適切であると認識している。

以 上

高 速 実 験 炉

設計及び工事の方法の認可申請書

本文及び添付書類

昭和 48 年 3 月

動力炉・核燃料開発事業団

昭和48年3月23日

科学技術庁長官

前田 佳都男 殿

動力炉・核燃料開発事業団

理事長 清 成 迪

原子炉施設(高速実験炉)の設計及び

工事の方法の認可申請について

原子炉施設に関する設計及び工事の方法について認可を受けたいので核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第27条第1項の規定に基づき下記により認可申請いたします。

記

1. 名称及び住所並びに代表者の氏名

名 称 動力炉・核燃料開発事業団
住 所 東京都港区赤坂1丁目9番地13号
代表者の氏名 理事長 清 成 迪

2. 原子炉を設置する事業所の名称及び所在地

名 称 動力炉・核燃料開発事業団大洗工学センター
所 在 地 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002番地

3. 原子炉施設に関する設計及び工事の方法

- (1) 区 分 「その他原子炉の付属施設」
(2) 設計及び工事の方法 別添のとおり

4. 分割申請の理由

高速実験炉の原子炉施設としては原子炉本体、核燃料物質の取扱い及び貯蔵施設、原子炉冷却系統施設、計測制御系統施設、放射性廃棄物の廃棄施設、原子炉格納施設、その他原子炉の付属施設があるが、その他原子炉の付属施設のうち諸建物(メンテナンス建物)については工程上、先に着工しなければならないので分割して申請します。

以 上

目 次

I	その他原子炉の付属施設のうち諸建物	1
1.	その他原子炉の付属施設のうち諸建物の目的	1
2.	その他原子炉の付属施設のうち諸建物の構成ならびに今回申請範囲	1
II	メンテナンス建物	2
1.	メンテナンス建物の概要	2
1.1	メンテナンス建物の目的	2
1.2	メンテナンス建物の申請範囲	2
1.3	メンテナンス建物の概要	2
2.	メンテナンス建物の設計	4
2.1	準拠すべき法令，規準および規格	4
2.2	設 計	5
2.2.1	各 部 詳 細	5
2.2.2	設 計 の 条 件	10
2.2.3	建 物 設 計 図	12
2.2.4	空調換気設備系統図	20
2.3	各部の材料および許容応力	21
2.4	設計計算の結果	21
3.	メンテナンス建物の工事の方法	27
3.1	準拠すべき法令，規準および規格	27
3.2	工 事 の 方 法	27
3.2.1	基礎くい打工事	27
3.2.2	鉄筋コンクリート工事	28
3.2.3	鉄 骨 工 事	28
3.2.4	空調換気設備	29
3.2.5	天井走行クレーン	30

4. メンテナンス建物の試験検査	31
4.1 準拠すべき法令；規準および規格	31
4.2 試験検査	31
4.2.1 基礎くい打工事	31
4.2.2 鉄筋コンクリート工事	31
4.2.3 鉄骨工事	31
4.2.4 空調換気設備	32
4.2.5 天井走行クレーン	33

I その他原子炉の付属施設のうち諸建物

1. その他原子炉の付属施設のうち諸建物の目的

原子炉本体その他諸機器が十分安全に収納され、又安全に運転出来るように諸建物の設計および工事を行なう。

2. その他原子炉の付属施設のうち諸建物の構成ならびに今回申請範囲

その他原子炉の付属施設のうち諸建物は次の各建物により構成される。

- (1) 原子炉建物 (認可済, 認可番号 45 原第 4961 号)
- (2) 原子炉付属建物 (認可済, 認可番号 45 原第 4961 号)
- (3) 廃棄物処理建物 (認可済, 認可番号 46 原第 4140 号)
- (4) 主冷却機建物 (認可済, 認可番号 47 原第 4019 号)
- (5) メンテナンス建物 (本申請書により申請)

今回申請する範囲は(5)の部分であり(1), (2), (3), (4)については認可済である。

II メンテナンス建物

1. メンテナンス建物の概要

1.1 メンテナンス建物の目的

メンテナンス設備は高速実験炉原子炉施設構成機器および配管・弁類の補修を行なうために必要な設備を有しており、メンテナンス建物内に納められる。メンテナンス建物と原子炉建物とはメンテナンス台車によって、主冷却機建物とは舗装道路によって結ばれ、メンテナンス建物内に搬入される構成機器は天井走行クレーンにて取扱われる。

メンテナンス建物内ではナトリウム付着機器および放射能汚染機器に対しては、ナトリウム洗浄処理室で洗浄槽を用いてナトリウムの処理を行なった後にメンテナンス（補修、解体、検査および組立）を行なう。またメンテナンス建物内の雰囲気空調換気を行なうため、空調換気設備を設ける。

1.2 メンテナンス建物の申請範囲（注1）

建築本工事	床面積	616.93 m ²
	延面積	1,406.98 m ²
建築付帯設備	メンテナンス建物空調換気設備	1式（注2）
	排気筒	1基
付帯搬送設備	天井走行クレーン	1基

（注1）今回申請するメンテナンス建物にはメンテナンス設備として下記のものが設置され、別途申請を行なう。

ナトリウム洗浄設備	1式
メンテナンス設備換気設備	1式
固体廃棄物一時貯蔵庫	1式

（注2）メンテナンス建物空調換気設備は建物への給気、およびメンテナンス室、地階排風機室、電気室、操作室、管理スペース、送風機室、の空調または換気を行なうものである。これ以外の機器室の換気はメンテナンス設備換気設備で処理する。

1.3 メンテナンス建物の概要

(1) 建築本工事（建物）

構造	地下；鉄筋コンクリート造 地上；鉄骨造
階数	地下2階（ただし一部1階） 地上1階（ただし一部3階）
建物の大きさ	地下および地上1階部分 縦方向約17m×横方向約31m 軒高さ約20m

地上3階部分

縦方向約7 m×横方向約8 m

軒高さ約11 m

主 要 材 料	柱, はり; 地下	鉄筋コンクリート打放し仕上
	地上	鉄骨ペイント塗仕上
屋 根;	気泡コンクリート板の上アスファルト露出防水	
外 壁;	地下	鉄筋コンクリート打放し仕上
	地上	気泡コンクリート板ペンキ仕上
床	; 鉄筋コンクリートの上, 一部エポキシ樹脂塗装	

(2) 建築付帯設備

i) メンテナンス建物空調換気設備

メンテナンス建物空調換気設備はメンテナンス室, 地階排風機室, 電気室, 管理室, 操作室, 送風機室等の空調換気を行なうものである。メンテナンス室は通常時, 放射性物質による汚染は考えられないが独立した給排気設備を持ち排気は高性能フィルターを通して排気筒から大気へ放出する。

地階排風機室はメンテナンス室, 給気設備から給気を受け独立の排気設備により高性能フィルターを通して排気筒より排気を行なう。

電気室, 管理室, 操作室, 送風機室等は独立の給排気設備により空調換気を行なう。これらのうち空調の行なわれる部屋は操作室, 電気室, 管理室のみである。

主 要 目	送風機	3 台
	排風機	5 台
	換気フィルターユニット	2 台
	給気フィルター	2 基
	排気フィルターユニット	4 台
	パッケージ型空調器	1 台
	ダクト	1 式

ii) 排 気 筒

鋼 製	地上25 m	1 基
-----	--------	-----

iii) そ の 他

給排水衛生設備, 電灯照明, 動力, コンセント設備, 火災報知機設備, 通信設備, 避雷針設備

(3) 付帯搬送設備

60 tおよび10 t吊天井走行クレーン	1 基
----------------------	-----

2. メンテナンス建物の設計

2.1 準拠すべき法令，規準および規格

- (1) 「核原料物質・核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」
- (2) 昭和40年6月15日 通商産業省令第61号
昭和43年6月28日改正 通商産業省令第73号
昭和47年1月26日改正 通商産業省令第6号
「電気設備に関する技術基準を定める省令」
- (3) 日本工業規格 (J I S)
- (4) 日本電気規格調査会標準規格 (J E C)
- (5) 日本電機工業会標準規格 (J E M)
- (6) 昭和22年10月31日 労働省令第9号
昭和47年9月30日改正 労働省令第32号
「労働安全衛生規則」
- (7) 昭和25年5月24日 法律第201号
昭和45年6月1日改正 法律第109号
「建築基準法」
- (8) 昭和25年11月16日 建設省令第40号
昭和45年6月1日改正 建設省令第27号
「建築基準法施行規則」
- (9) 日本建築学会，「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」
- (10) 日本建築学会，「鋼構造設計規準」
- (11) 日本建築学会，「建築基礎構造設計規準・同解説」
- (12) 日本建築学会，「建築工事標準仕様書 (J A S S)」
- (13) 昭和46年9月27日
「機械設備工事共通仕様書」(建設大臣官房官庁営繕部編)
- (14) 昭和37年11月1日 労働省令第16号
「クレーン等安全規則」
- (15) 昭和37年11月1日 労働省令第53号
「クレーン構造規格」

2.2 設 計

2.2.1 各部詳細

(1) 建築本工事

本建物は地下・鉄筋コンクリート造2階建（一部1階建）、地上・鉄骨造平家建（一部3階建）で取扱う機器類が耐震上十分安全であるよう耐震設計Bクラスの建物を設計する。

また、設計条件および構造計算書は添付書類による。

i) 基 礎

本建物の基礎は地下2階部分においては地盤面下16.1mの礫混じりの硬質砂層の上に設ける総基礎式鉄筋コンクリート構造体である。また、地下1階および平家建部分においては独立基礎とし、コンクリートくいを地下2階部分基礎面迄打込んで、支持地盤面をそろえる。また、不同沈下にそなえるため頑強な壁体および地中梁を設けて地下2階壁に連絡する。

硬質砂層地盤の許容支持力を下記の通りとする。

長期許容支持力 35 t/m^2

短期許容支持力 70 t/m^2

上記支持力はボーリングの資料ならびに隣接建物施工時に実施した平板載荷試験の資料により十分安全な値である。

ii) 地下2階（第2図）

ポンプ洗浄室

1次系、2次系主循環ポンプ等の大型機器ならびに小物被洗浄物等に付着したナトリウムを除去するための室で内面エポキシ塗装仕上とする。

高レベル機器洗浄室

制御棒上部案内管、制御棒下部案内管等の機器に附着した放射性ナトリウムを除去するための室で厚さ1.6mのコンクリート壁でしゃへいし、内面エポキシ塗装仕上とする。

廃棄物貯蔵庫

再使用不可能となった放射能を有する機器を洗浄後、一時貯蔵しておくための室である。

廃液タンク室

放射性ナトリウムによる汚染機器を洗浄する際発生する洗浄排水を一時貯蔵するタンク2台（低レベル、高レベル）等を設置し、床面をエポキシ塗装

仕上とする。

iii) 地下 1 階 (第 3 図)

洗浄設備室

洗浄剤としてはアルコール、蒸気、水の供給を行なうが蒸気関係の調湿器および加熱器が設置され、また、各洗浄槽より放出される排ガス関係のコンデンサーおよびスクラバー等が設置される。

排風機室

1階床下を負圧に維持するための排風機、排気フィルターユニット、排気系ダクト等を設置する。

iv) 1 階 (第 4 図)

メンテナンス室

メンテナンス室に搬入された機器を取扱う室で天井には 60t および 10t 吊走行クレーン 1 基を設け、床面をエポキシ塗装仕上とする。

管理関係室

メンテナンス室および 1 階床下各室の出入りを管理するためのチェックポイントとして使用し、メンテナンス中は放射線管理要員が常駐する。

電気室

諸操作機器の電源を収納する。

v) 2 階 (第 5 図)

操作室

機器洗浄設備に関するプロセスの計測制御を行なうための室で機器洗浄操作盤および補助盤等が設置される。

vi) 3 階

送風機室

1 階床上を換気空調するための送風機等を設置する。

(2) 建築付帯設備

i) 空調換気設備

2.2.4 系統図に示す通り次の 3 系統に分けられ、耐震 C クラスで設計する。

(1) 各系統の詳細

a) 排風機室系

地下排風機室を換気するための設備であり、次の諸機器より構成される。

排 風 機 2台(うち1台予備)
風 量 ; 7,200 m³/h
静 圧 ; 120 mm Aq
電 動 機 ; 400V×3φ×5.5KW×50HZ

換気フィルターユニット 2台

型 式 ; 竪形床置き式 2段2列型

プレフィルター ; 寸法 610×610×50 4ヶ

(効 率) AFI 重量法で85%

(交換条件) フィルター前後の差圧が12 mm Aq 前後で交換する。

アブソリュートフィルター ; 寸法 610×610×293 4ヶ

(効 率) D.O.P. テスト 0.3μ で 99.97% (初期値)

(交換条件) フィルター前後の差圧が50 mm Aq 前後で交換する。

ダ ク ト 1式

b) メンテナンス室系

地上1階メンテナンス室の換気を行なうための設備であり、次の諸機器より構成される。

送 風 機 2台(うち1台予備)

風 量 ; 28,000 m³/h

静 圧 ; 55 mm Aq

電 動 機 ; 400V×3φ×11KW×50HZ

給気フィルター 1基

型 式 ; 自動巻取型

処 理 風 量 ; 30,000 m³/h

電 動 機 ; 400V×3φ×0.2KW×50HZ

ろ 過 効 率 ; 85% (AFI 重量法)

排気フィルターユニット 4台

型 式 ; 竪形床置き式 2段2列型

プレフィルター ; 寸法 610×610×50 8ヶ

(効 率) AFI 重量法で85%

(交換条件) フィルター前後の差圧が15 mm Aq 前後で交換する。

アブソリュートフィルター ; 寸法 610×610×293 8ヶ

(効 率) D.O.P. テスト 0.3μ で 99.97% (初期値)

(交換条件) フィルター前後の差圧が50mm Aq前後で交換する。

排風機 2台(うち1台予備)
風量: $14,100 \text{ m}^3/\text{h}$
静圧: 140 mm Aq
電動機: $400\text{V} \times 3\phi \times 11\text{KW} \times 50\text{HZ}$
ダクト 1式

c) 管理室系

管理室, 管理スペース, 電気室, 操作室, 物品庫, 送風機室を空調換気するための設備であり, 次の諸機器より構成される。

パッケージ型空調器 1台
型式: 水冷ヒートポンプ式
冷房能力: $13,500 \text{ Kcal/hr}$
暖房能力: $14,400 \text{ Kcal/hr}$
送風量: $2,840 \text{ m}^3/\text{h}$
静圧: 15 mm Aq (機外)
電動機: $3.7\text{KW}, 0.4\text{KW}$ $400\text{V} \times 3\phi \times 50\text{HZ}$

送風機 1台
風量: $4,190 \text{ m}^3/\text{h}$
静圧: 44 mm Aq
電動機: $400\text{V} \times 3\phi \times 2.2\text{KW} \times 50\text{HZ}$

給気フィルター 1基
型式: 自動巻取型
処理風量: $5,000 \text{ m}^3/\text{h}$
電動機: $400\text{V} \times 3\phi \times 0.2\text{KW} \times 50\text{HZ}$
ろ過効率: 85% (AFI重量法)

排風機 1台
風量: $3,800 \text{ m}^3/\text{h}$
静圧: 24 mm Aq
電動機: $400\text{V} \times 3\phi \times 0.75\text{KW} \times 50\text{HZ}$
ダクト 1式

(d) 各部の材料

主要機器の主要材料は次の通り, またはこれと同等品以上とする。

a) 送 排 風 機

ケーシング; SS41

軸 ; S35C

羽 根 車; SS41

b) 給気フィルター

濾 材; グラスウール

同 上 用 枠; ~~SS41~~ 木枠

ケーシング; SS41

同 上 用 補 強; SS41

c) 排気フィルターユニット

プレフィルター濾材; グラスウール 50 mm厚

同 上 用 枠; ~~SS41~~ 木枠

アブソリュートフィルター濾材; グラスウール

同 上 用 セパレータ; アルミ

同 上 用 枠; ~~SS41~~ 木枠

d) ダ ク ト

銅 板; SPG

補 強; SS41

e) 空 調 器

ケーシング; SP-CC

フ ィ ン; A-1050P

チ ュ ー プ; DCUTIS-0L

フ ァ ン 軸; S-45C

羽 根 車; SS-41, SP-CC

ii) 排 気 筒

機器側の排気、送風機室系およびメンテナンス室系の排気はフィルターユニットを経由して排気筒から大気へ拡散放出される。また、機器側の排気系統を保持するため耐震Bクラスで設計する。

構 造; 鋁 製 SS41

高 さ；地上 25 m
直 径；内径 1. m
仕 上；フタル酸樹脂ペイント

(3) 付帯搬送設備（天井走行クレーン）

60 t および 10 t 吊走行クレーン 1 基
レールスパン；14 m
走行距離；23.2 m
揚 程；14 m
操 作；運転席

2.2.2 設計の条件

(1) 荷重の組合せ 注

次の組合せにより不利な応力について設計する。

（長期） G + P

G + P + C

（短期） G + P + S

G + P + W

G + P + K

$G + P + \frac{W}{2} + C$

G；固定荷重による応力

P；積載荷重による応力

C；クレーン荷重による応力

S；積雪荷重による応力

W；風圧力による応力

K；地震力による応力

注 建築基準法施行令第 82 条による。

(2) 耐震設計条件

建築本工事（建物）および排気筒は B クラスとし、採用震度は下記の条件に従う。

静的震度 $1.5 \times C_0 \times \begin{matrix} \text{(注1)} \\ \text{(注2)} \end{matrix} \times 0.9$

（注 1） 建築基準法施行令第 88 条に定められた水平震度

（注 2） 第 2 種地盤上の鉄筋コンクリート造に対する水平震度低減値、
建設省告示 1074 号による。

空調換気設備および天井走行クレーンは C クラスとする。

(3) 遮蔽設計条件

i) 管理区域内の設計線量率および設計目標値

- A 区域 : 職員が常時自由に立入でき作業が行なえる場所 2mrem/hr 以下
- B 区域 : 常時作業する場所ではないが時間を制限して定期的に立入ることのある場所 8mrem/hr 以下
- C 区域 : 事故, 故障および修理以外には立入らない場所 32mrem/hr 以下
- D 区域 : 立入らないと考えられる場所 32mrem/hr 以上
- 設計においては, 許容値の 1/10 の線量率にすることを目標とする。

ii) 領域区分

場 所	状 態	基 準
メンテナンス室	ナトリウム洗浄時および誘導放射化機器取扱時	B
洗浄設備室	誘導放射化機器取扱時	B
廃液タク室	誘導放射化機器取扱時	B(C) ^(注1)
排風機室	誘導放射化機器取扱時	B
洗 浄 室	ナトリウム洗浄時	D

(注1) 廃液タンク内に1次冷却材Na洗浄廃液が貯蔵されている時, 廃液タンク表面付近でC区域となる。

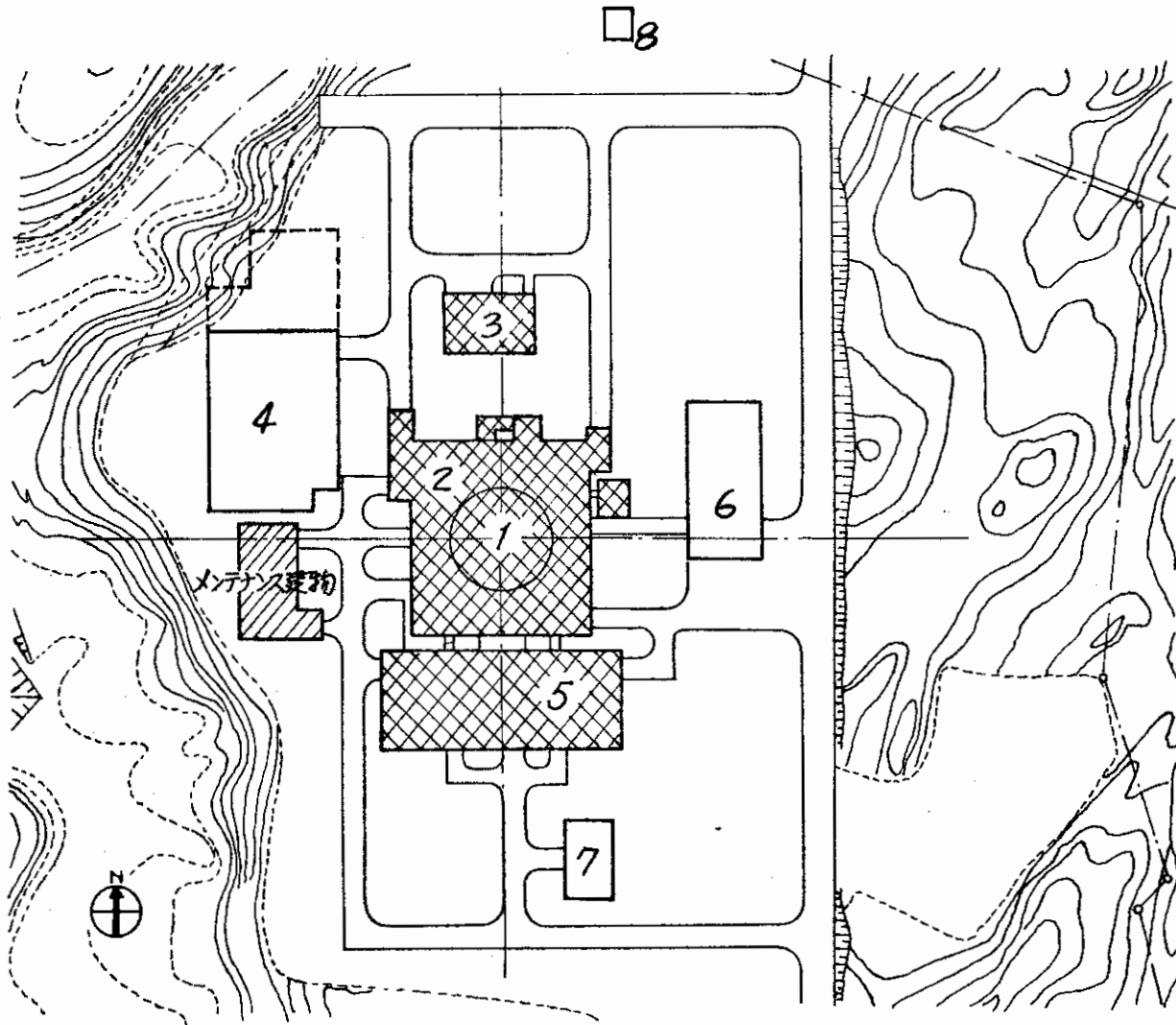
(4) 換気条件

送風機, 排風機の換気容量は換気回数が各室3回/h^(註)以上となるように決める。空調系の新鮮外気は循環風量の15~30%とする。

(註) 空気調和・衛生工学便覧(昭和42年版I巻901頁)による。



管理室, 電気室, 操作室等については労働安全衛生規則(昭和22年10月31日, 昭和47年9月30日改正 労働省令第32号)にしたがう。

2.2.3 建物設計図

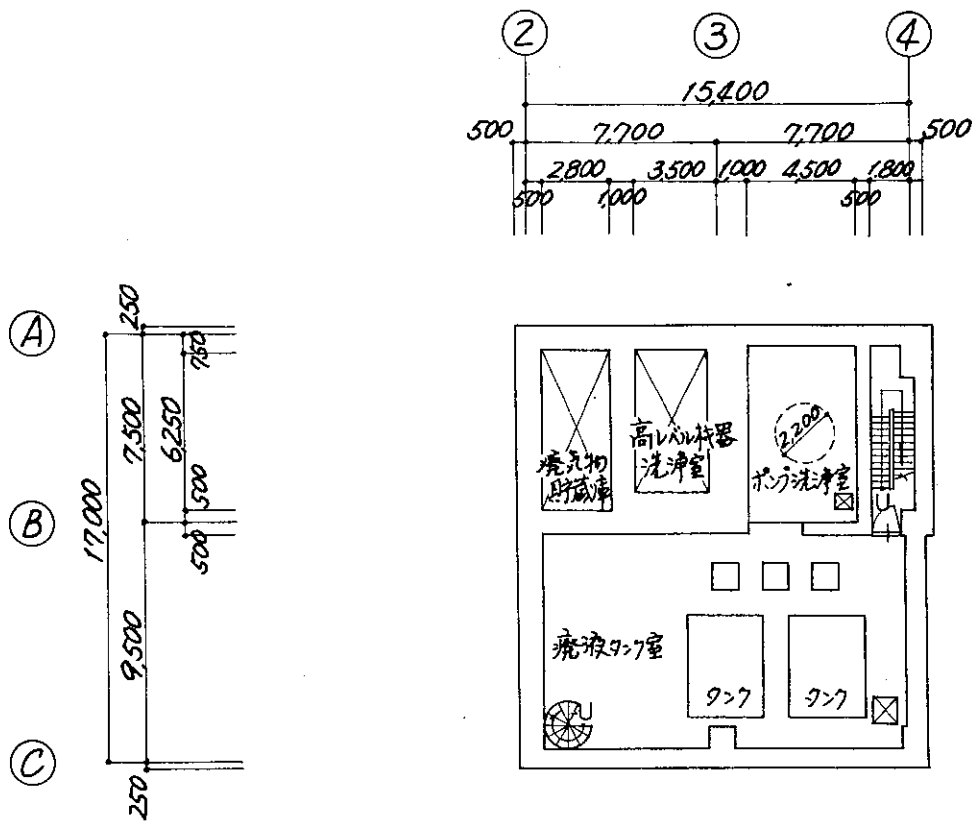


1. 原子炉建物
2. 原子炉付属建物
3. 廃棄物処理建物
4. 燃集検建物
5. 主冷却機建物
6. 運転管理建物
7. 受電エリア
8. 一般排水モニタリング建物

凡例

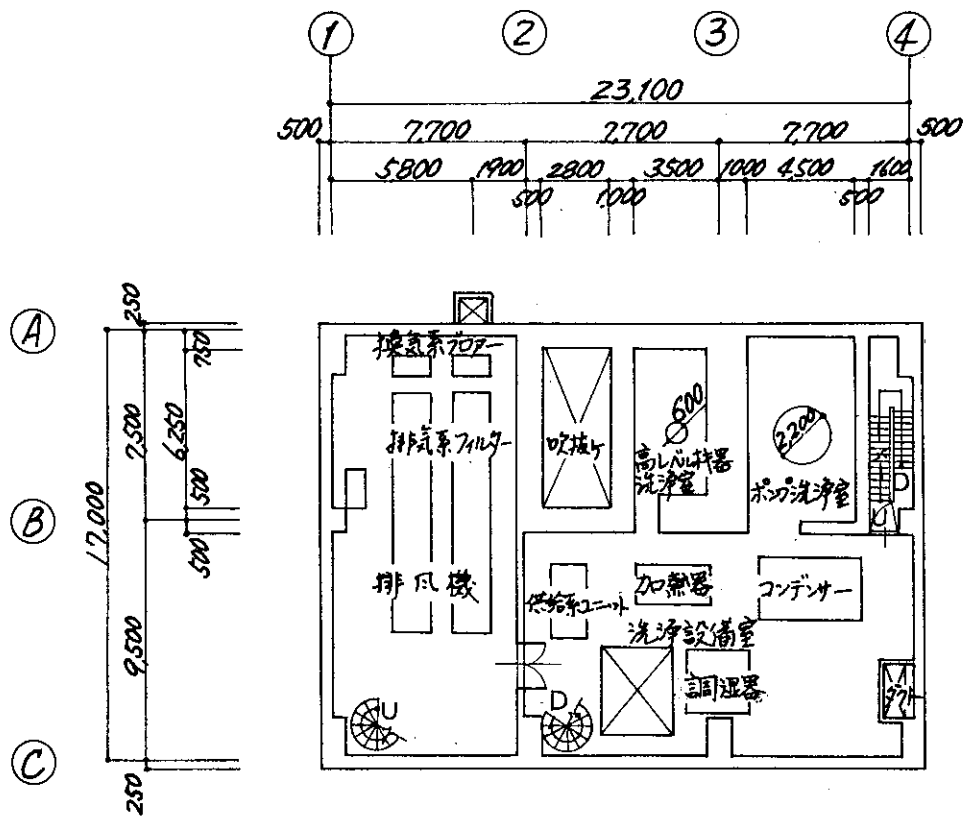
- | | |
|--|--------|
|  | 今回申請建物 |
|  | 認可済建物 |

才1図 原子炉施設全体配置図



3F	65.00
2F	65.00
1F	616.93
B1F	401.20
B2F	258.85
延面積	1406.98

中?図 地下2階平面図 S: 1/300



第3図 地下1階平面図 $S: 1/300$

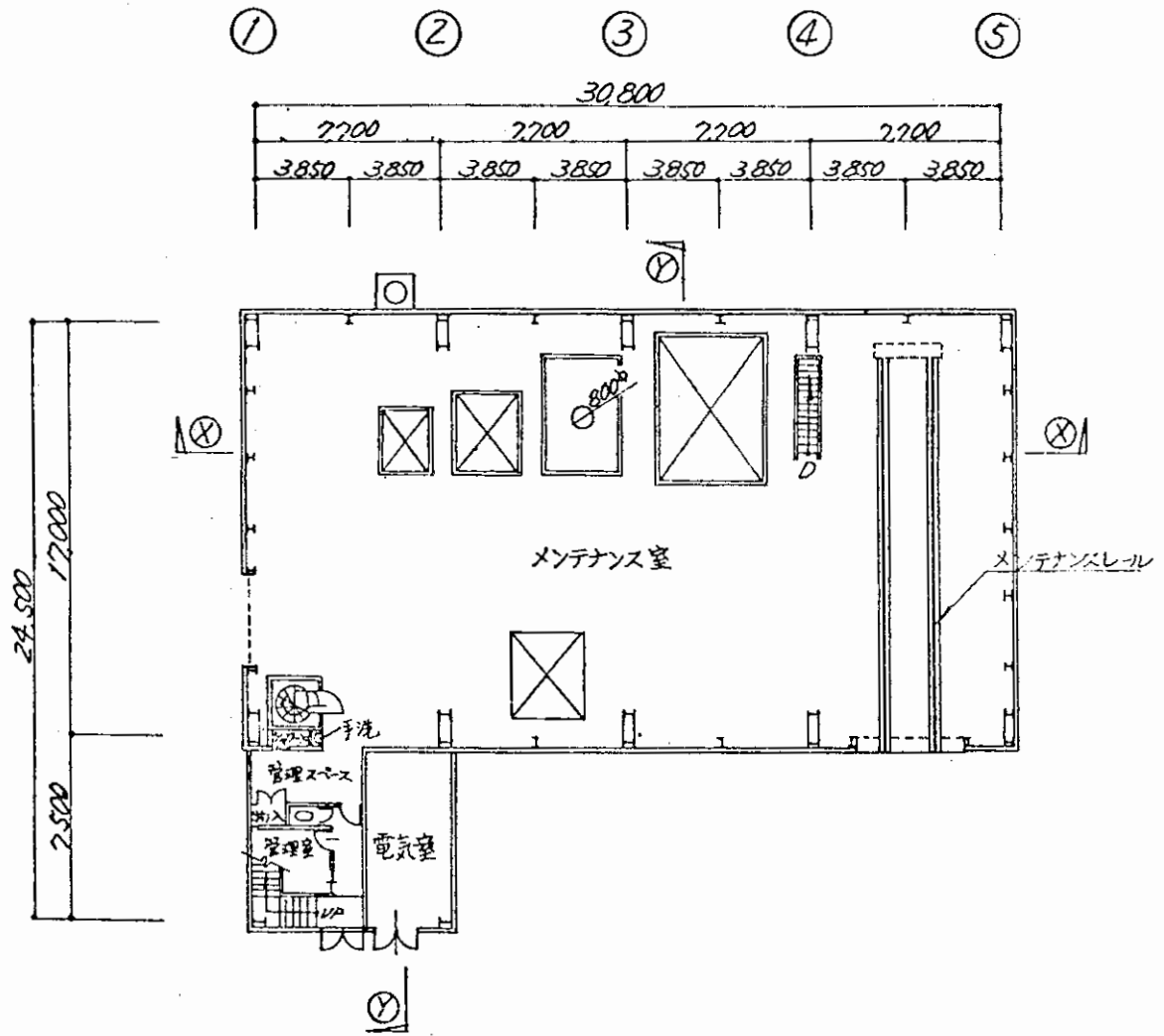
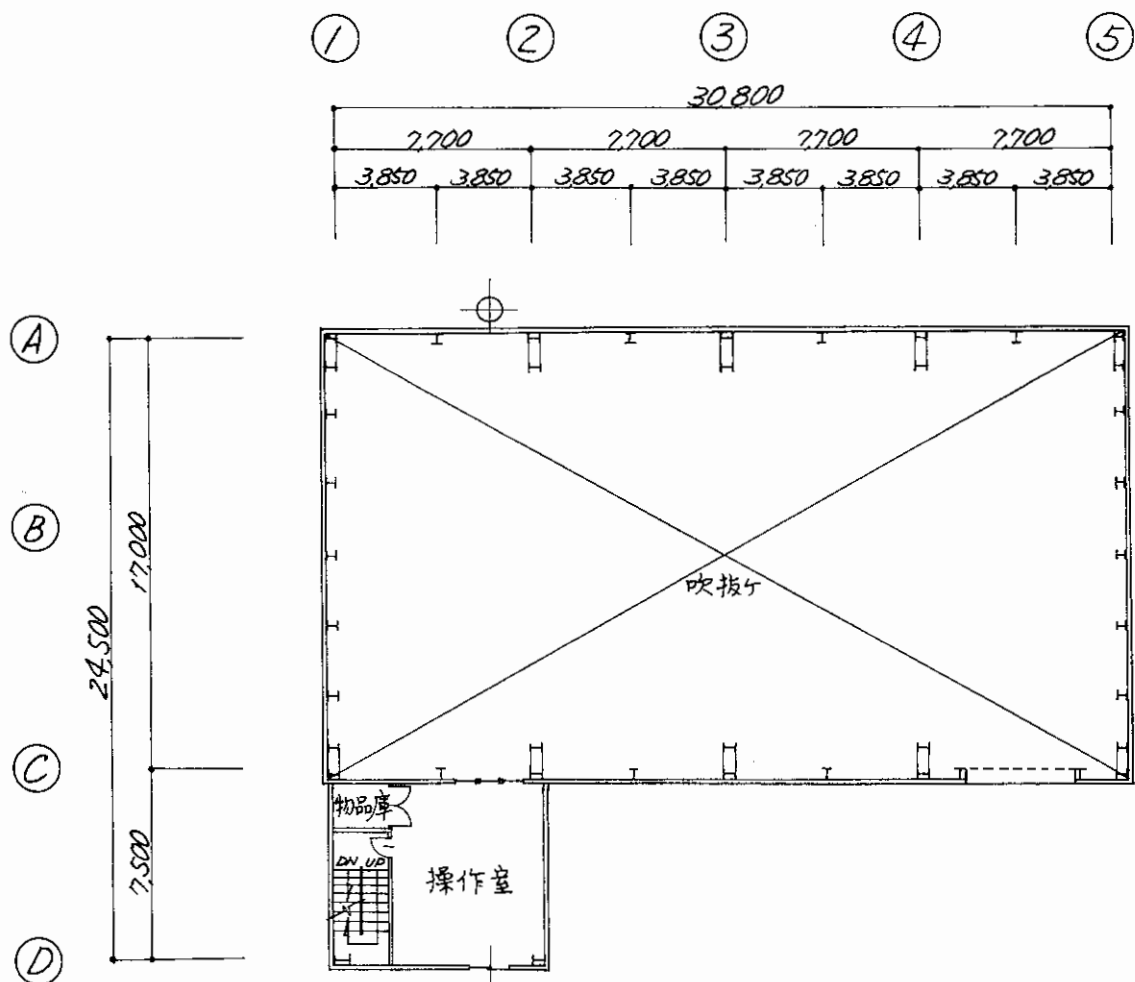
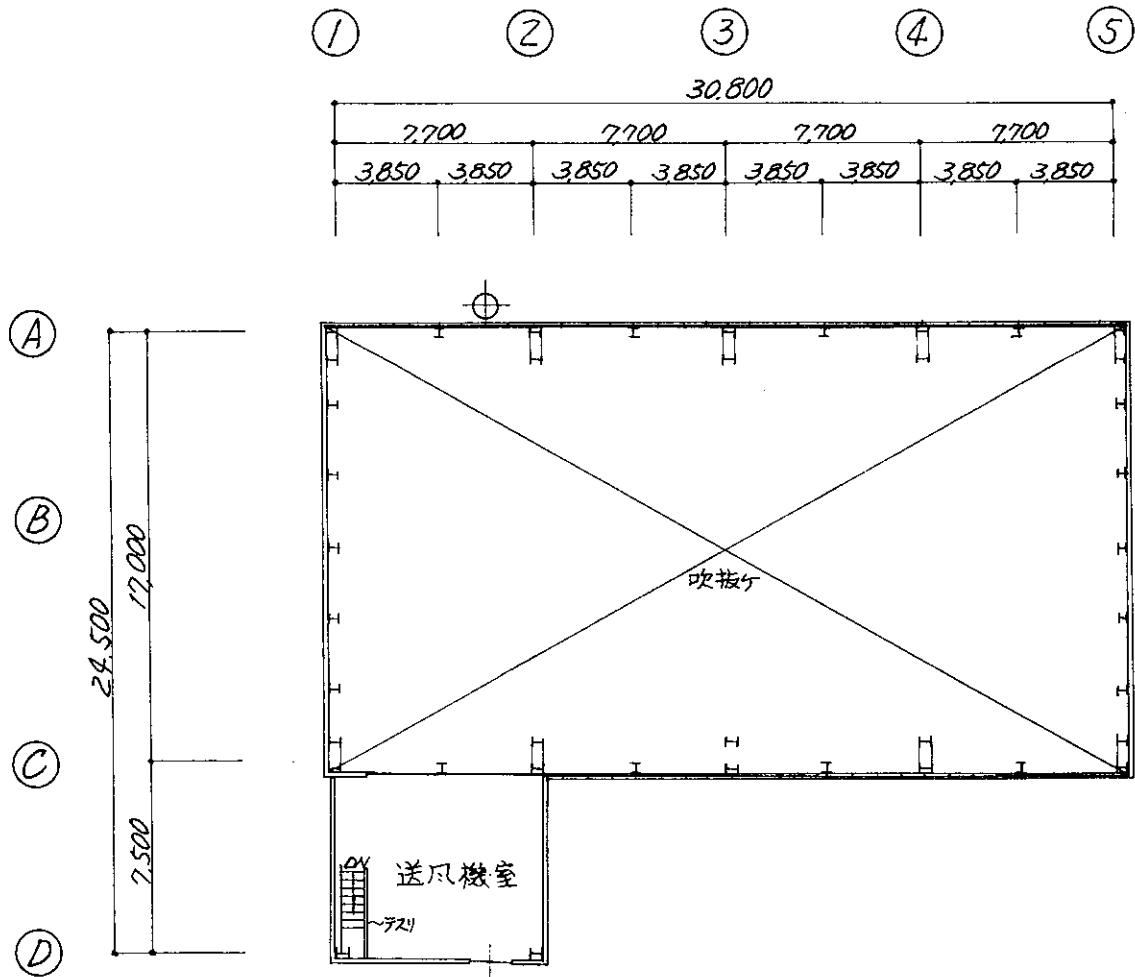


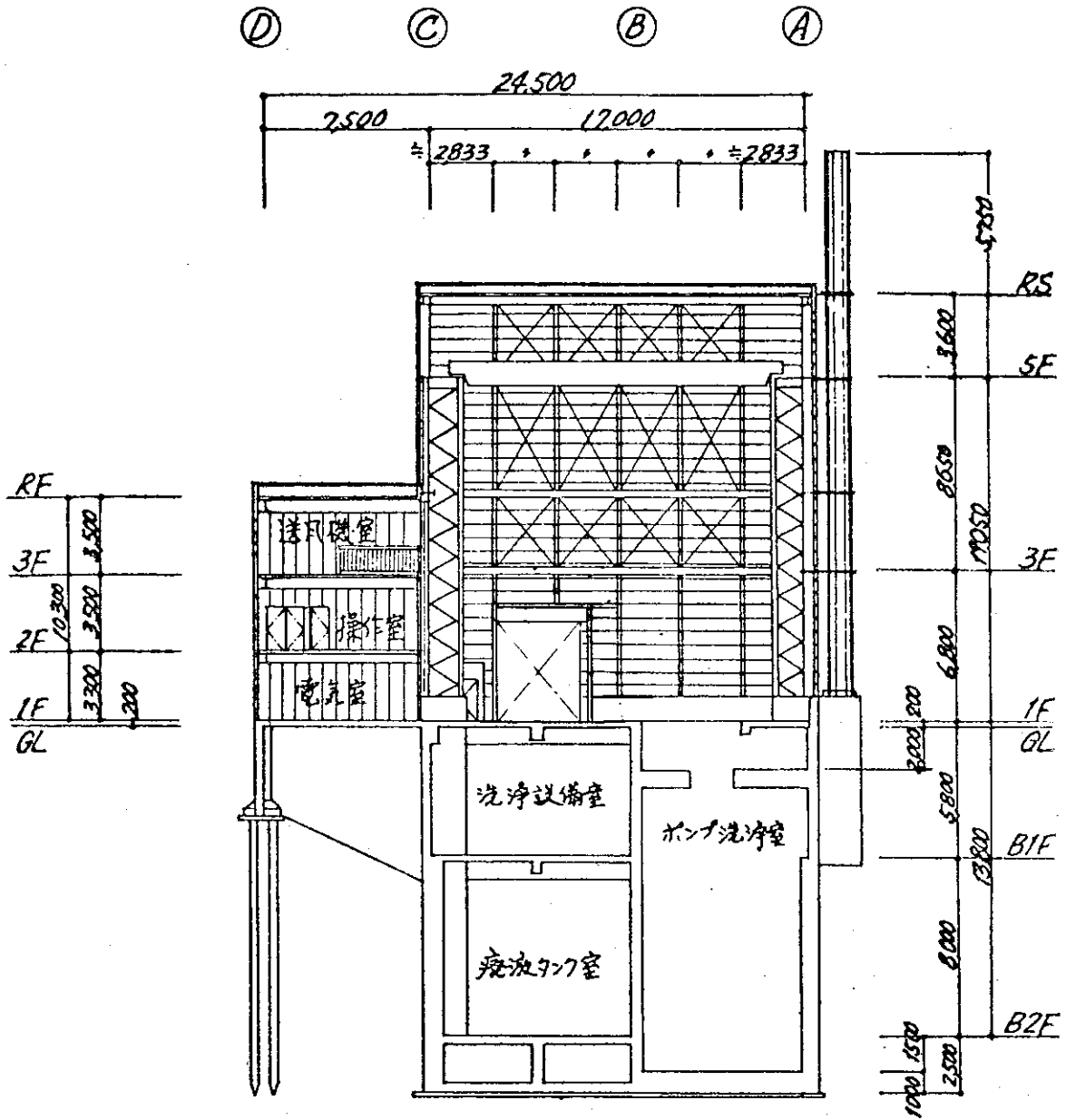
図4 1階平面図 S:1/300



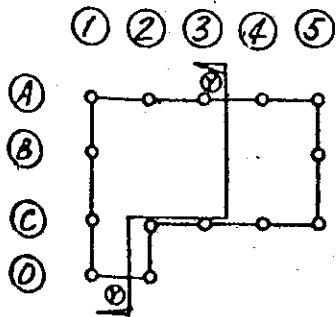
第5図 2階平面図 S: 1/300

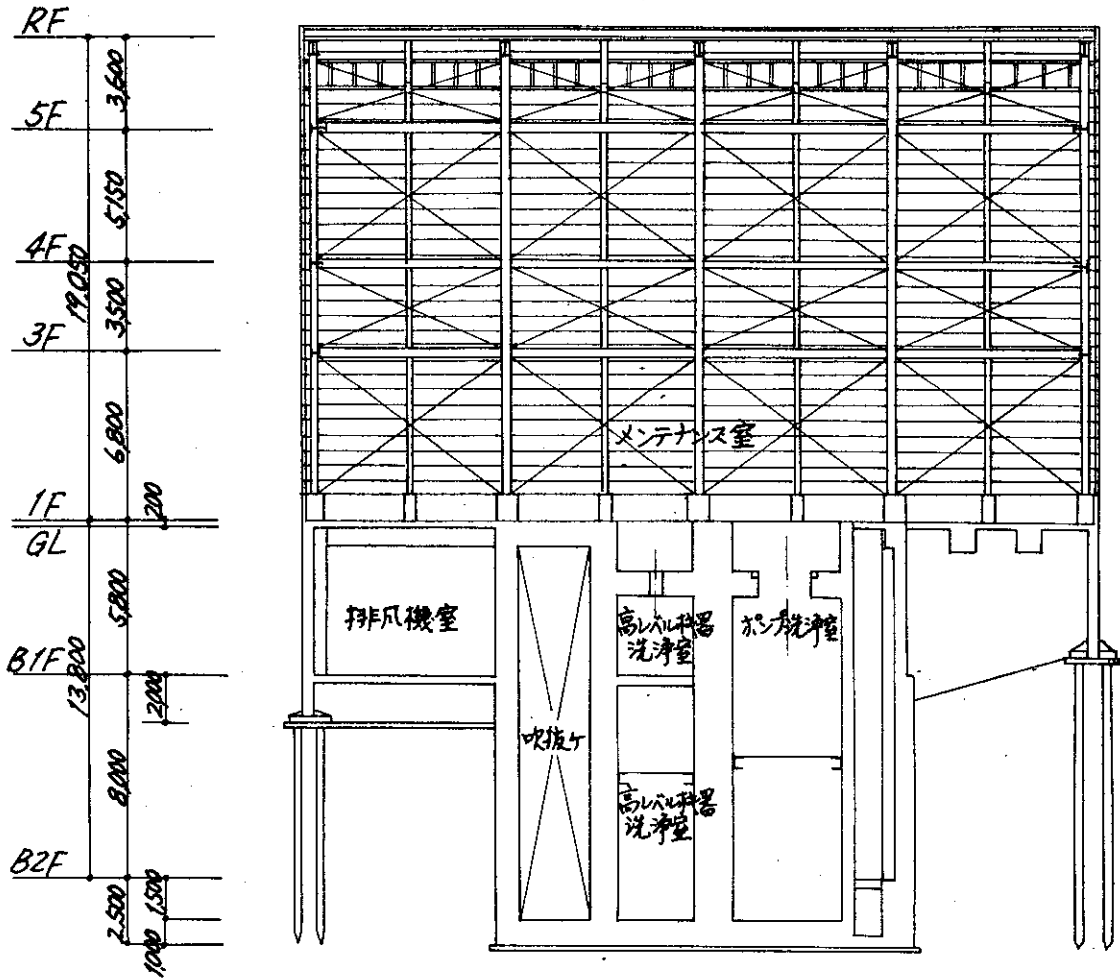
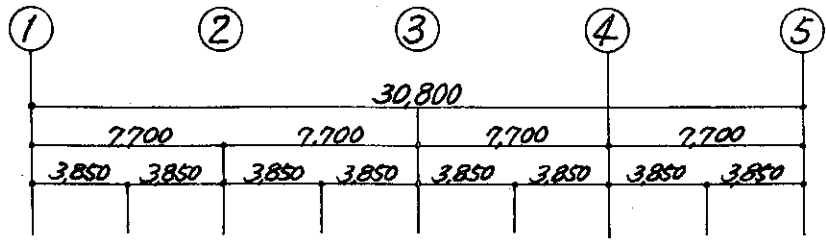


第6図 3階平面図 S: 1/300

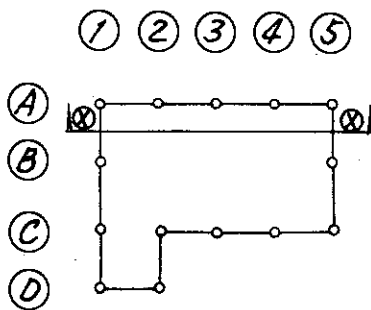


初図 Y~Y 断面図 S:1/500

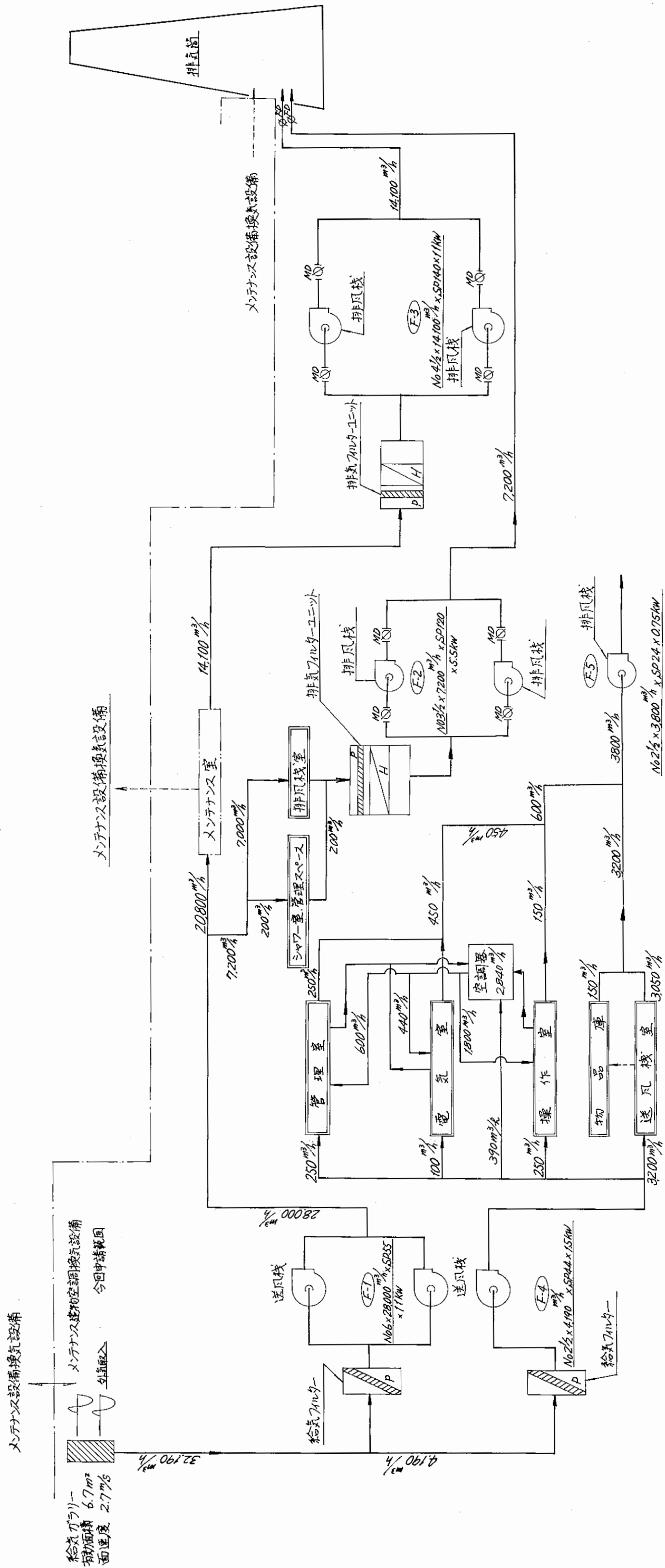




第8図 X-X 断面図 S: 1/300



2.2.4 空調換気設備系統図



2.3 各部の材料および許容応力度

鋼材	SS41	$F = 2.4 \text{ t/cm}^2$ (注1)
異形丸鋼	SD35	
コンクリート	$F_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	
高力ボルト	F10T (注1)	
地盤の許容支持力	35 t/m^2 (長期)	
くいの許容支持力	PCくい 350ϕ	50 t/本 (長期)

コンクリートおよび鋼材の許容応力度 (注2)

(Kg/cm^2)

材 料	種 別	長 期			短 期		
		圧 縮	引 張	せん断	圧 縮	引 張	せん断
コンクリート	$F_c=210$	70	—	70	140	—	105
鉄 筋	SD35	$\frac{2200}{(2000)}$	$\frac{2200}{(2000)}$	2000	3500	3500	3000
高力ボルト	F10T	—	3100	1500	—	4650	2250

()内D29以上

鉄筋のコンクリートに対する許容付着応力度 (注2)

(Kg/cm^2)

コンクリート	鉄 筋	長 期		短 期	
		上 端 筋	その他の鉄筋	上 端 筋	その他の鉄筋
$F_c=210$	SD35	140	210	210	315

(注1) 鋼構造設計規準5章による

(注2) 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説6条による。

鋼構造設計規準5章による

2.4 設計計算の結果

(1) 建物の設計計算の結果

各部材について代表的なものの強度計算は添付書類(1)の通りであり、その結果は下記の通りである。

i) 地上鉄骨造

	屋 根 大 ば り	柱		クレーン梁	排 気 筒
		上 部	下 部		
最大曲げ モーメント (Mt・m)	33.78(短期)	20.82(長期)	293.20(短期)	$\begin{pmatrix} 8055 \\ 159 \end{pmatrix}$ (長期)	36(短期)
軸 力(Nt)	398	11.47	1677	44	—
設計断面(mm)	H- 606・201・12・20	H- 500・200・10・16	2H- 500・200・10・16	H- 800・300・14・26	鋼製 φ1000×10
$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{c\sigma_b}{f_b}$	0.81 < 1.0	0.77 < 1.0	0.82 < 1.0	0.984 < 1.0	0.02 < 1.0

σ_c 平均圧縮応力度

$c\sigma_b$ 圧縮側曲げ応力度

f_c 許容圧縮応力度

f_b 許容曲げ応力度

ii) 地下 鉄筋コンクリート造

大 ば り

	1階床(1BC3)		B1階床(B1BC3)		地中梁(FBC3)	
	端 部	中 央	端 部	中 央	端 部	中 央
最大曲げ モーメント (Mt・m)	1332 (短期)	766 (長期)	190.3 (短期)	794 (短期)	211.6 (長期)	111.3 (長期)
最 大 せん断力 (Qt)	54.1(長期)	—	66.8(短期)	—	13.6(長期)	—
設 計 断 面 b×D	50×150		50×150		150×250	
主筋所要(at)	2.9	2.75	4.35	1.79	7.35	2.4
鉄 筋(φ)	3.4	—	2.5	—	4.53	—
主筋設計 (n)	7-D25	7-D25	9-D25	7-D25	20-D25	30-D25
鉄 筋 (at)	35.49	35.49	45.63	35.49	101.4	152.1
鉄 筋 (φ)	56	—	72	—	160	—
あ ば ら 筋	D13 @100	D13 @200	D13 @100	D13 @200	4-D16@100	4-D16@200
許 容 せん断力 (QA ^t)	63.5	—	9.5	—	22.8	—
鉄 筋 図	○○○○○○○	○ ○ ○ ○ ○	○○○○○○○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○	○○○○○○○○○○	20本 ○○○○○○○○○○ ○○○○○○○○○○ 10本 ○○○○○○○○○○
	○ ○ ○ ○ ○	○○○○○○○	○ ○ ○ ○ ○	○○○○○○○	○○○○○○○○○○ 20本	○○○○○○○○○○

b ; は り 巾 (cm)
D ; は り 丈 (cm)
at ; 引張鉄筋の断面積 (cm²)
φ ; 引張鉄筋の周長の総和 (cm)

柱

	1階根まき(1Cc3)		B1階(B1Cc3)		B2階(B2Cc3)	
	スパン方向	けた行方向	スパン方向	けた行方向	スパン方向	けた行方向
最大曲げ モーメント ($M^t \cdot m$)	293.17 (短期)		361.8 (短期)		158.7 (短期)	
最大 軸力 (N^t)	167.7 (短期)	(耐力壁に負担)	217.3 (短期)	(耐力壁に負担)	393.6 (短期)	(耐力壁に負担)
最大 せん断力 (Q^t)	19.0 (短期)		32.8 (短期)		35.9 (短期)	
設計断面 $b \times D$	100×200		100×200		100×200	
主筋所要 (at)	5.4		4.0		4.0	
鉄筋 (ϕ)	3.9		6.2		6.2	
主筋設計 (n)	12-D25	8-D25	10-D25	8-D25	10-D25	8-D25
鉄筋 (at)	60.84	40.5	50.7	40.5	50.7	40.5
鉄筋 (ϕ)	9.6	6.4	8.0	6.4	8.0	6.4
あばら筋	D10 @100		D10 @100		D10 @100	
許容 せん断力 (Q_a^t)	17.8	—	17.8	—	17.8	—
鉄筋図						

基 礎 版

	一般の部分 (FS ₂)		特にスパンの大きい部分 (FS ₃)			
	両 方 向 共		短 辺 方 向		長 辺 方 向	
	端 部	中 央	端 部	中 央	端 部	中 央
最大曲げ モーメント (Mt·m)	10.3	6.8	42.0	27.6	24.1	16.2
厚 さ (Dcm)	50		100		100	
使 用 鉄 筋	D19	D16,D19	D19	D16	D16,D19	D16
所要間隔 (bcm)	24.8	30.7	12.5	13.2	18.4	22.3
設計間隔 (bcm)	15	15	12	12	15	15

(2) 遮蔽計算の結果

計算の結果は次表に示すとおり設計目標線量率を満足している。

評価点	状態	基準	計算結果
ポンプ洗浄室 周囲	Na 洗浄時	B 区 域	6 KgのNa が付着している機器のNa 洗浄時 周囲評価点における線量率は0.2 mrem/hr で設計目標値(区分: B 0.8mrem/hr)を 満足している。
高レベル機器洗 浄室周囲	制御棒(CRD) 下部案内管装荷 時	B 区 域	誘導放射化した下部案内管を高レベル機器洗 浄槽に装荷した状態での周囲評価点における 線量率は0.65mrem/hr で設計目標値(区 分: B 0.8mrem/hr) を満足している。
高レベル機器洗 浄室上部	"	B 区 域	上記の同一条件において洗浄室上部(メンテ ナンス室床面)における線量率は鉛遮蔽体を 10 cm追加 ^(注1) することにより0.75mrem /hr となり, 設計目標値(区分: B 0.8 mrem/hr)を満足することができる。
廃棄物貯蔵庫周 囲および上部	"	B 区 域	下部案内管6本を廃棄物貯蔵庫に装荷した時 の貯蔵庫周囲の線量率は最大0.4 mrem/hr となり, 設計目標値(区分: B 0.8mrem/hr) を満足している。

(注1) 追加すべき鉛遮蔽体10 cm相当の遮蔽体は今回申請範囲外である。

3. メンテナンス建物の工事の方法

3.1 準拠すべき法令，規準および規格

- (1) 核原料物質，核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律
- (2) 昭和40年6月15日通商産業省令第61号
昭和43年6月28日改正通商産業省令第73号
昭和47年1月26日改正通商産業省令第6号
「電気設備に関する技術基準を定める省令」
- (3) 日本工業規格（JIS）
- (4) 日本電気規格調査会標準規格（JEC）
- (5) 日本電機工業会標準規格（JEM）
- (6) 昭和22年10月31日労働省令第9号
昭和47年9月30日改正 労働省令第32号
「労働安全衛生規則」
- (7) 日本建築学会，「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」
- (8) 日本建築学会，「鋼構造設計規準」
- (9) 日本建築学会，「建築基礎構造設計規準・同解説」
- (10) 日本建築学会，「建築工事標準仕様書（JASS）」
- (11) 昭和46年9月27日
「機械設備工事共通仕様書」（建設大臣官房官庁営繕部編）
- (12) 昭和37年11月1日労働省令第16号
「クレーン等安全規則」
- (13) 昭和37年11月1日労働省令第53号
「クレーン構造規格」

3.2 工事の方法

3.2.1 基礎くい打工事

(1) 使用くい

使用くいはJIS-A 5310「遠心力鉄筋コンクリートくい」（1970年制定，昭和45.2.1改正）の規格品とし，PCくい350φ 耐力50t/本（長期）とする。

(2) 打込み

削孔機でくい定着位置より浅く削孔したのち，くいを建込み，くい打機で所定の耐力を得るまで打込む。

3.2.2 鉄筋コンクリート工事

(1) コンクリートの調合

コンクリートの調合は日本建築学会「建築工事標準仕様書(JASS-5)」に準拠し、

コンクリート設計基準強度 210 kg/cm²以上

セメント圧縮強度 350 kg/cm²以上

水セメント比 55%以下

スラブ、基礎床版、はり 5~12 cm (振動打のとき)

柱、壁 10~15 cm (振動打のとき)

とする。

(2) 鉄筋

i) 異形丸鋼は JIS-G3112「鉄筋コンクリート用棒鋼」(1964年制定)の規格品(SD35)とする。

ii) 普通丸鋼は JIS-G3112「鉄筋コンクリート用棒鋼」(1964年制定)の規格品(SR24)とする。

(3) 型枠の組立て

せき板はコンクリート部材の位置、形状および寸法に正しく一致するように加工し、型枠の継ぎ目はセメントペーストまたはモルタルが漏出しないような構造に組立てを行なう。

(4) 鉄筋加工配筋

鉄筋加工配筋は日本建築学会「鉄筋コンクリート構造計算規準、同解説」および「建築工事標準仕様書(JASS-5)」に準拠する。

鉄筋は規格品を使用し鉄筋メーカーのミルシートにより材質を確認する。

なお重要な箇所使用する鉄筋については引張試験を行なう。型枠の組立て、および鉄筋配筋の終了時に型枠配筋検査を行ないコンクリートを打設する。

3.2.3 鉄骨工事(排気筒を含む)

鉄骨工事は日本建築学会「建築工事標準仕様書(JASS-6)」に準拠する。

(1) 鉄骨材質確認

鉄骨は JIS-G3101「一般構造用圧延鋼材」(1970年)の規格品(SS41)を使用し、材料メーカーより提出されるミルシートにより材質を確認する。

(2) 工場加工

設計図による各部工作図を作成し、必要に応じ形板および定規を作って切断、曲げ、組立、加工をする。

(3) 現場建方

- i) 部材に曲り、ねじれ等を発見した場合は建方に先立ち直ちにこれを修正する。
- ii) 建方は高力ボルトで締付け、仮締めの後、建入れを修正してから本締めする。

3.2.4 空調換気設備

基本的には下記の要領にて行なう。なお、工事施行に際しては定められた規準にそって施行する。パッケージ空気調和器・送風機等は実績あるメーカーの標準品を使用する。

(1) 機器類

原則として機器類は工場にて附属品を共通床盤上に組立て十分に水平・垂直度および平行度を調整したご、現地に搬入する。

i) 現地搬入工事

安全にかつ破損することなく据付場所まで運搬するために

- (イ) ワイヤの掛け方に注意する。
- (ロ) バランスを確かめて吊上げる。
- (ハ) 荷降し引込工具は重量に十分耐えるものを使用する。

ii) 据付芯出し工事

基礎上に本体附属機器を据付ける際、各機器の水平度、垂直度、平行度等を確かめ、据付するものとする。

iii) 養生および本芯出し工事

所定の機器について予め決められた位置にアンカーボルトを埋設し、1～3週間の養生期間をおく。

養生期間后再び機器の水平・垂直平行度を確認する。

(2) ダクト工事

原則として工場製作とし、組立のみを現場で行うものとする。なお工事施行に際しては定められた基準にそって施行する。

i) 材 料

日本工業規格（JIS）による。

ii) ケ ガ キ

すべて工場でケガクことを原則とし、現地合わせを取る部分はあらかじめ図面検討にて最小限にする。

iii) 切 断

切断機または金切ハサミにて切断する。

iv) ハゼ折 り

v) 組 立

vi) フランジ取付

vii) 現地搬入

viii) 野積養生

ix) 据 付 (吹出口・その他附属品の取付を含む)

x) 保 温 グラスウール保温材の上綿布巻を行なう。

ix) 塗 装 オイルペイント(下塗・中塗・上塗各1回)塗を行なう。

(3) 配 管 工 事

現則として現場製作とし、工事施工に際しては以下の方法にそって施行する。

i) 切 断

計画面に基づいた寸法に切断機により切断する。

ii) 組 立

計画面に基づいた配管経路にそって組立(配管)を行なう。

iii) 保 温

グラスウール保温筒の上、綿布巻を行なう。

iv) 塗 装

さび止ペイント、オイルペイント塗(下塗・中塗・上塗各1回)を行なう。

3.2.5 天井走行クレーン

「クレーン等安全規則」および「クレーン構造規格」により据付ける。

4. メンテナンス 建物の試験検査

4.1 準拠すべき法令，規準および規格

- (1) 「核原料物質，核燃料物質および原子炉の規制に関する法律」
- (2) 日本工業規格（JIS）
- (3) 日本電気規格調査会標準規格（JEC）
- (4) 日本電機工業会標準規格（JEM）
- (5) 日本建築学会「建築基礎構造設計規準・同解説」
- (6) 日本建築学会「鉄筋コンクリート構造設計規準・同解説」
- (7) 日本建築学会「鋼構造設計規準」
- (8) 日本建築学会「建築工事標準仕様書（JASS）」
- (9) 「機械設備工事共通仕様書」（建設大臣官房官庁営繕部編）
- (10) 昭和37年11月1日 労働省令第16号
「クレーン等安全規則」
- (11) 昭和37年11月1日 労働省令第53号
「クレーン構造規格」

4.2 試験検査

4.2.1 基礎くい打工事

くいの許容支持力を確認するため，くいの貫入量を測定する。

支持力の算定は建築学会建築基礎構造設計規準による。

4.2.2 鉄筋コンクリート工事

- (1) 鉄筋コンクリート用棒鋼引張試験はJIS-Z2241「金属材料引張試験方法」（1968年制定）に準拠して行なう。
- (2) スラブ試験はJIS-A1101「スラブ試験方法」（1950年制定）に準拠して行なう。
- (3) コンクリート圧縮強度試験はJIS-A1108「コンクリートの圧縮強度方法」に準拠し，強度試験用テストピースは打設日毎に同一調合に対して1回採取し，1週間強度試験，4週間強度試験を行なう。
- (4) 現場配筋および型枠検査
設計および工事方法の認可申請通りであることを確認する。
- (5) その他日本建築学会「建築工事標準仕様書（JASS-5）」に準拠する。

4.2.8 鉄骨工事（排気筒含む）

鉄骨工事は日本建築工事標準仕様書（JASS-6）」に準拠して行なう。

- (1) 材料確認

ミルシートによる。

(2) 工場検査

i) 現寸検査

工作図により現寸図，型，定規の検査を行なう。

ii) 製品検査

主要部分の寸法の計測および検査を行なう。

(3) 現場建方検査

i) ボルト仮締め後，建入れ検査を行い，たおれ，曲り，ねじれ等を修正する。

ii) ボルト本締め後，締め忘れ，ボルトの長さを確認し，抜き取りで締付け程度を確認する。

4.2.4 空調換気設備

(1) 工場試験

i) 材料確認

JIS規格にもとづいた素材メーカーの成分表，試験，検査表により代行する。

ii) 外観寸法検査

主要な外形寸法を測定し関係図面と照合する。

iii) 性能試験

送風機性能試験はJIS-8330(1962)「送風機試験方法」により実施する。送風機性能曲線図と照合し，規定の軸動力回転数に対して規定以上の風量，静圧があれば合格とする。

iv) 耐圧試験

排気処理フィルターユニットは最高使用圧力の1.25倍の気圧で試験し，最大ひずみが10%以内であれば合格とする。漏洩の検知は，石けん水によるか又は圧力計の変化により規定値以下であれば合格とする。

(2) 現地試験

i) 外観検査

目視により各器具等の破損の有無を確認する。

ii) 絶縁抵抗測定

500Vメガーにより絶縁抵抗を測定し1MΩ以上であれば合格

iii) 現地動作試験

空気調和器の冷却能力について空気出入口温度，風量を測定し，規定の能力以上であれば合格とする。送排風機については各系の各室に取付けられた吹出

口および吸込口の風速を測定し，送風量を計算によって求め規定の送風量以上であれば合格とする。

iv) フィルター据付試験

プレフィルター，アブソリュートフィルターを含むケーシングに対して据付後フィルターガスケットとフレーム及びフレームとケーシングとの間の漏洩のないことを確認し，合格する。

v) 機能試験

現地製作据付完了後，各系の各室に取付けられた吹出口および吸込口の風速を測定し，送風量を計算によって求め，規定以上の送風量であれば合格とする。

4.2.5 天井走行クレーン

定格荷重および25%増の試験荷重により主巻，補巻の吊試験ならびに横行，走行，ブレーキおよびリミットスイッチの試験を行ない，本文に記載された内容通りである事を確認する。

添 付 書 類

- (1) メンテナンス建物の強度計算書
- (2) メンテナンス建物の遮蔽計算書

添付書類 (1)

メンテナンス建物の強度計算書

目 次

1. 一 般 事 項	1
1.1 建 物 概 要	1
1.2 設 計 方 針 概 要	1
1.3 使 用 材 料 な ら び に 許 容 応 力 度	1
1.4 荷 重 お よ び 荷 重 の 組 合 せ	2
2. 鉄 骨 部 (地 上) の 設 計	9
2.1 伏 図 , 軸 組 図	9
2.2 荷 重 の 算 定	10
2.3 応 力 の 算 定	14
2.4 各 部 材 の 算 定	16
3. 鉄 筋 コ ン ク リ ー ト 部 (地 下) の 設 計	22
3.1 は り 伏 図	22
3.2 準 備 計 算	24
3.3 応 力 の 算 定	27
3.4 各 部 材 の 算 定	30
3.5 地 盤 の 許 容 支 持 力 お よ び く い の 許 容 支 持 力 の 算 定	41
4. 不 同 沈 下 に 対 す る 検 討	45

1. 一般事項

1.1 建物概要

この建物は鉄骨平家建一部3階建、地下鉄筋コンクリート造2階建一部1階建で機器および配管・弁類の補修を行なうために必要な設備を有する建物である。

建物各部の仕上げ概要は下記の通りである。

- 屋根 ; 気泡コンクリート板の上アスファルト露出防水
- 外部仕上げ ; 地下、打放しコンクリート
地上、気泡コンクリート板ペンキ仕上げ
- 内部仕上げ ; 地下 打放しコンクリート
地上 気泡コンクリート板あらわし、一部ペンキ仕上げ

1.2 設計方針概要

(1) 準拠法規、規準

建築基準法、同施行令

鉄筋コンクリート構造計算規準、同解説（昭和46・5改訂版）日本建築学会

鋼構造設計規準

〃

建築基礎構造設計規準、同解説

〃

(2) 採用地震々度

この建物は耐震Bクラスとして設計するため、設計地震々度は下記の条件に従っている。

静的震度 $1.5 \times C_0 \times 0.9$ (注1)(注2)

(注1) 建築基準法施行令第88条に定められた水平震度

(注2) 第2種地盤上の鉄筋コンクリート造に対する水平震度低減値、建設省告示1074号による。

(3) 架構計画

地上鉄骨造の水平力は、桁行方向についてはブレースに負担し、スパン方向についてはラーメン材として扱う。また地下鉄筋コンクリート造の水平力は耐力壁については全せん断力を負担するように設計し、ラーメン部分については全体が無壁ラーメンとして柱が分担するせん断力の30%について設計する。

1.3 使用材料ならびに許容応力度

鋼材 SS41 $F = 2.4 \text{ t/cm}^2$ (注1)

異形丸鋼 SD35
 コンクリート $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
 高力ボルト F10T (注1)
 地盤の許容支持力 35 t/m^2 (長期) (注2)
 くいの許容支持力 PCくい $350 \times 50 \text{ t/本}$ (長期) (注2)

(注1) 鋼構造設計規準5章による。
 (注2) 35の算定による。

表1.1 コンクリートおよび鋼材の許容応力度 (kg/cm^2) (注3)

材 料	種 別	長 期			短 期		
		圧 縮	引 張	せん断	圧 縮	引 張	せん断
コンクリート	$F_c=210$	70	—	7.0	140	—	10.5
鉄 筋	SD35	2200 (2000)	2200 (2000)	2000	3500	3500	3000
高圧ボルト	F10T	—	3100	1500	—	4650	2250

()内D29以上

表1.2 鉄筋のコンクリートに対する許容付着応力度 (kg/cm^2) (注3)

コンクリート	種 筋	長 期		短 期	
		上 端 筋	その他の鉄筋	上 端 筋	その他の鉄筋
$F_c=210$	SD35	14.0	21.0	21.0	31.5

(注3) 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説6条による
 鋼構造設計規準5章による

1.4 荷重および荷重の組合せ

(1) 固定荷重 (D, L)

kg/m^2

室 名			使用荷重
屋 根	アスファルト防水3戸露出	30	150
	ALC板 ①125	90	
	小梁、ブレース	30	
メンテナンス室	仕 上	50	

洗 浄 設 備 室	コンクリート ⑦250	600	
排 風 機 室	吊物(天井)	200	850
廃 液 タ ン ク 室			
階 段 室			
ボ ン プ 洗 浄 室	仕 上	50	
	コンクリート ⑦1000	2400	2650
	吊物(天井)	200	
高 レベル機器洗浄室	チェッカー Ⅱ	40	
	梁 その他	40	80
管 理 ス ペ ー ス	仕 上	50	
操 作 室	コンクリート ⑦120	290	
送 風 機 室	デッキ Ⅱ	15	400
	小梁、ブレース	20	
	天 井	25	

外壁 : ALC板 ⑦125 90kg/m² } 120kg/m²
鉄骨自重 30 " }

(2) 地 震 震 度

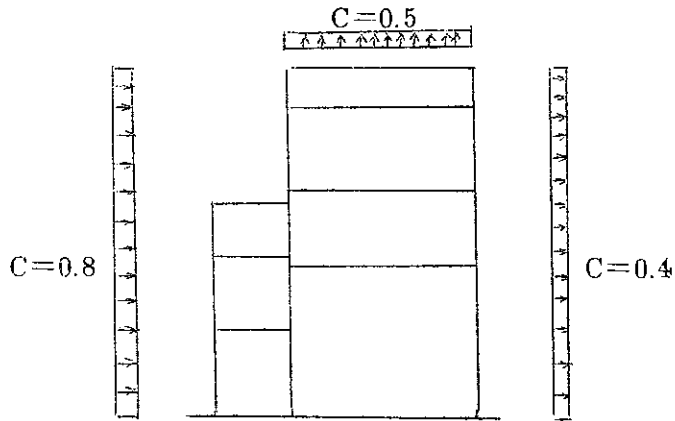
0.337	RF	32.8	
0.325	5F	3.4	$(0.2+0.05) \times 1.5 \times 0.9 \div 0.337$
0.310	4F	4.4	$(0.2+0.04) \times 1.5 \times 0.9 \div 0.325$
0.297	3F	4.4	$(0.2+0.03) \times 1.5 \times 0.9 \div 0.310$
0.283	2F	3.3	$(0.2+0.02) \times 1.5 \times 0.9 \div 0.297$
0.27	1F	3.5	$(0.2+0.01) \times 1.5 \times 0.9 \div 0.283$
	B ₁ F	5.8	$0.3 \times 0.9 = 0.27$
0.27	B ₂ F	8.0	$0.3 \times 0.9 = 0.27$

3) 風 荷 重

建築基準法施行令第87条の規定による。

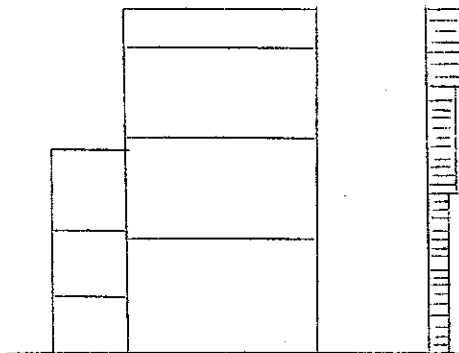
$$P = C \cdot q \text{ (t/m}^2\text{)}$$

風力係数Cの値



速度圧 q の値

$$q = 60 \sqrt{h}$$



$$q_4 = 60 \sqrt{19} = 260 \rightarrow 260 \text{ kg/m}^2$$

$$q_3 = 60 \sqrt{17.4} = 250 \rightarrow 250 \text{ kg/m}^2$$

$$q_2 = 60 \sqrt{11.2} = 201 \rightarrow 210 \text{ kg/m}^2$$

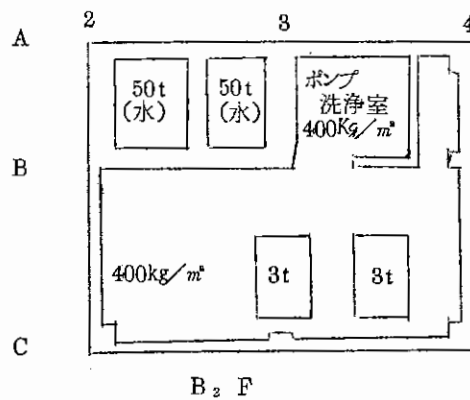
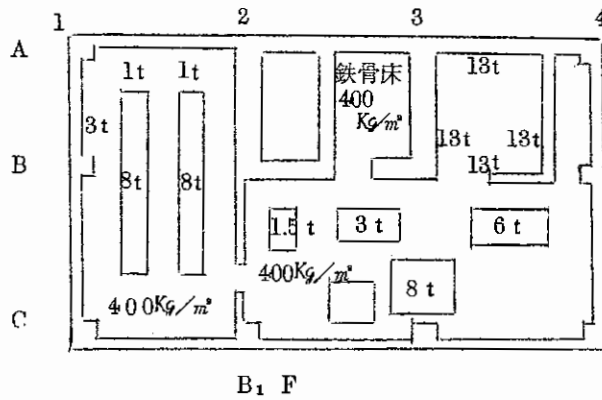
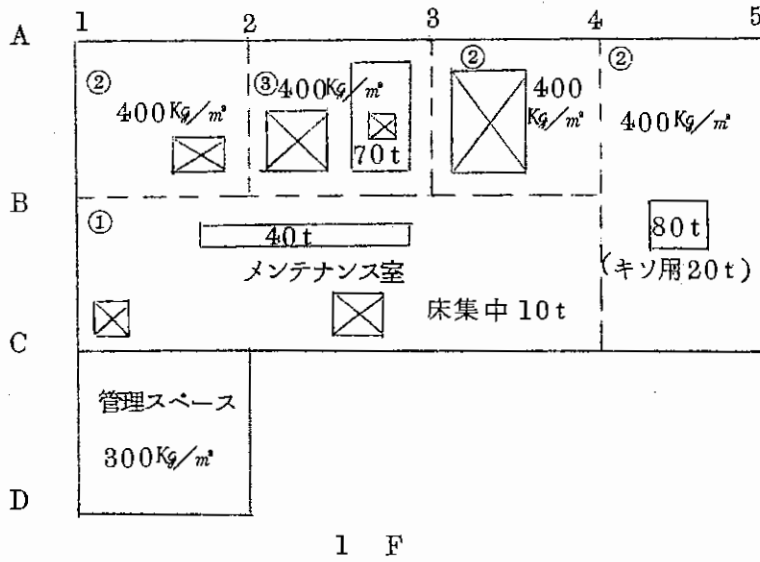
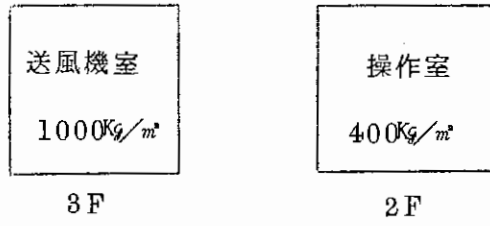
$$q_1 = 60 \sqrt{6.8} = 157 \rightarrow 160 \text{ kg/m}^2$$

4) 積 雪 荷 重

最深積雪量30cm、単位重量2kg/cm・m²(一般地方)(注1)より60kg/m²

(注1) 建築基準法施行令第86条ならびに建設省告示第1074号の規定による。

(5) 積 載 荷 重 (L . L)



メンテナンス室床集中荷重 10 t を等分布荷重に置換する。

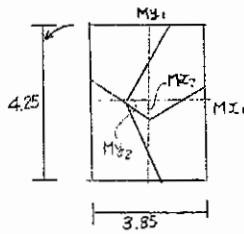
(集中の時) $P=10\text{ t}$ $l_y/l_x=1.1$

$$M_{x_1} = 0.2 P = 2\text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{x_2} = 0.14 P = 1.4\text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{y_1} = 0.11 P = 1.1\text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{y_2} = 0.067 P = 0.67\text{ t}\cdot\text{m}$$



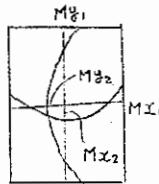
(等分布の時) W を求める $l_y/l_x = 1.1$

$$M_{x_1} = 0.058 w l_x^2$$

$$M_{x_2} = 0.022 \quad "$$

$$M_{y_1} = 0.052 \quad "$$

$$M_{y_2} = 0.017 \quad "$$



$$0.058 w \times 3.85^2 = 2 \quad 0.86 w = 2 \quad W = 2.32\text{ t/m}^2$$

$$0.022 w \times 3.85^2 = 1.4 \quad 0.325 w = 1.9 \quad W = 4.30\text{ t/m}^2$$

$$0.052 w \times 3.85^2 = 1.1 \quad 0.77 w = 1.1 \quad W = 1.43\text{ t/m}^2$$

$$0.017 w \times 3.85 = 0.67 \quad 0.316 w = 0.07 W = 2.12\text{ t/m}^2$$

$$\text{平均 } W = (2.32 + 4.30 + 1.43 + 2.12) / 4 = 10.17 / 4 = 2.54\text{ t/m}^2$$

故に L. L は

スラブ用	2540 Kg/m^2	100%
------	----------------------	------

荷重の集中度を考慮して小ばり大ばり柱

	1270 Kg/m^2	50%
--	----------------------	-----

地震 320 Kg/m^2 12.5% と仮定する。

(梁自重はそのつど考慮する)

(6) 特殊荷重

煙突 : 地上 1.2 m 迄 B. C 1.2 m ~ 25 m 迄鋼製

重量 240 Kg/m

クレーン荷重 : 天井クレーン $60\text{ t} \times 14\text{ m}$

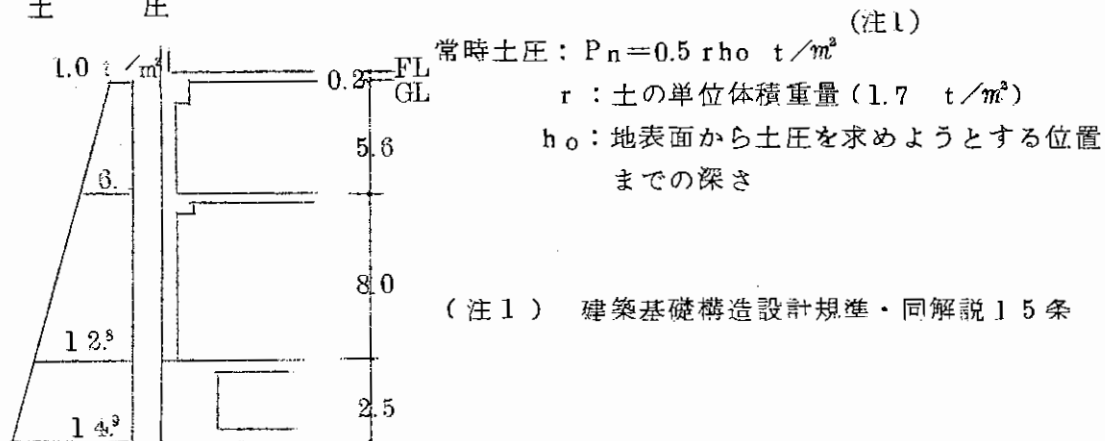
車輪総数 4 個 片側 2 個

最大車輪圧 $44\text{ t} / 1\text{ 輪}$

車輪間隔 5.8 m

自重 63.2 t

(7) 土 圧



(注1) 建築基礎構造設計規準・同解説15条

(7) 床 荷 重 表

機械荷重は床荷重に含めない

階	室 名	荷重	床 用	小ばり	大ばり, 柱	地 震
屋 根		D. L	120 ^(注1)	150	180	150
		L. L	50	50	30	0
		T. L	170	200	180	150
3 F	送 風 機 室	D. L	380 ^(注1)	400	400	400
		L. L	1000	1000	800	600
		T. L	1380	1400	1200	1000
2 F	操 作 室	D. L	380 ^(注1)	400	400	400
		L. L	400	400	300	200
		T. L	780	800	700	600
1 F	管 理 ス ペ ース	D. L	380 ^(注1)	400	400	400
		L. L	300	300	180	80
		T. L	680	700	580	480
	メ ン テ ナ ンス 室 ①	D. L	850	850	850	850
		L. L	2540	1270	1270	320
		T. L	3390	2120	2120	1170
	メ ン テ ナ ンス 室 ②	D. L	850	850	850	850
		L. L	400	400	300	200
		T. L	1250	1250	1150	1050
メ ン テ ナ ンス 室 ③	D. L	2650	2650	2660	2650	
	L. L	400	400	400	400	
	T. L	3050	3050	2950	2850	
B ₁ F	高レベル機器洗 浄室(鉄骨床)	D. L	80	80	80	80
		L. L	400	400	400	400
		T. L	480	480	480	480
	一 般 床	D. L	850	850	850	850
		L. L	400	400	300	200
		T. L	1250	1250	1150	1050

階	室名	荷重	床用	小ばり	大ばり, 柱	地震
B ₂ F	ポンプ洗浄室	D. L	2.650	2.650	2.650	2.650
		L. L	400	400	400	400
		T. L	3.050	3.050	2.950	2.850
	廃液タンク室	D. L	850	850	850	850
		L. L	400	400	300	200
		T. L	1.250	1.250	1.150	1.050

(注1) 床用は小ばり、ブレース自重を含まない。

(8) 荷重の組合せ (注1)

次の組合せにより不利な応力について設計する。

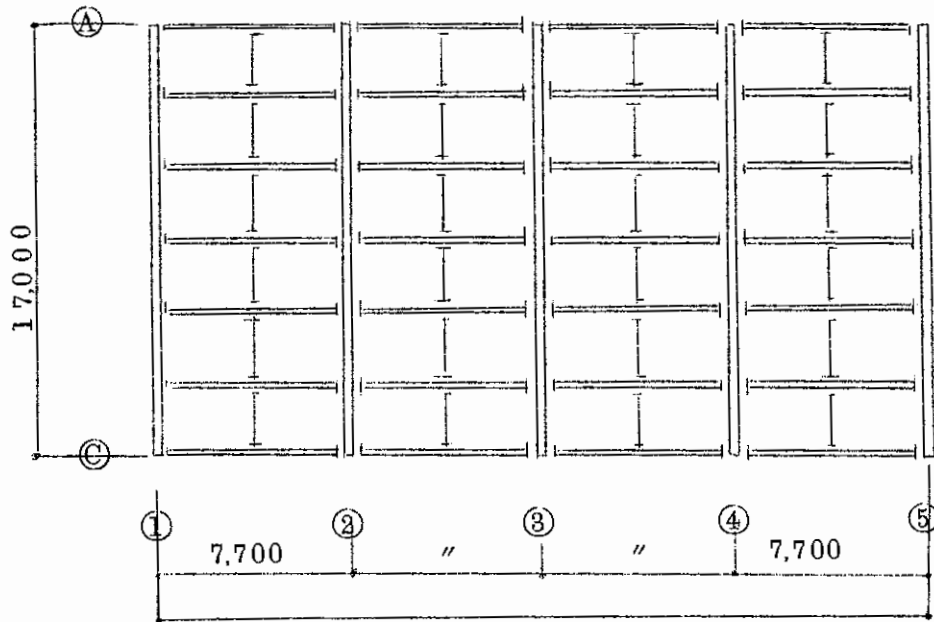
- (長期) G + P
 G + P + C
- (短期) G + P + S
 G + P + W
 G + P + K
 G + P + W / 2 + C

- G : 固定荷重による応力
 P : 積載荷重による応力
 C : クレーン荷重による応力
 S : 積雪荷重による応力
 W : 風圧力による応力
 K : 地震力による応力

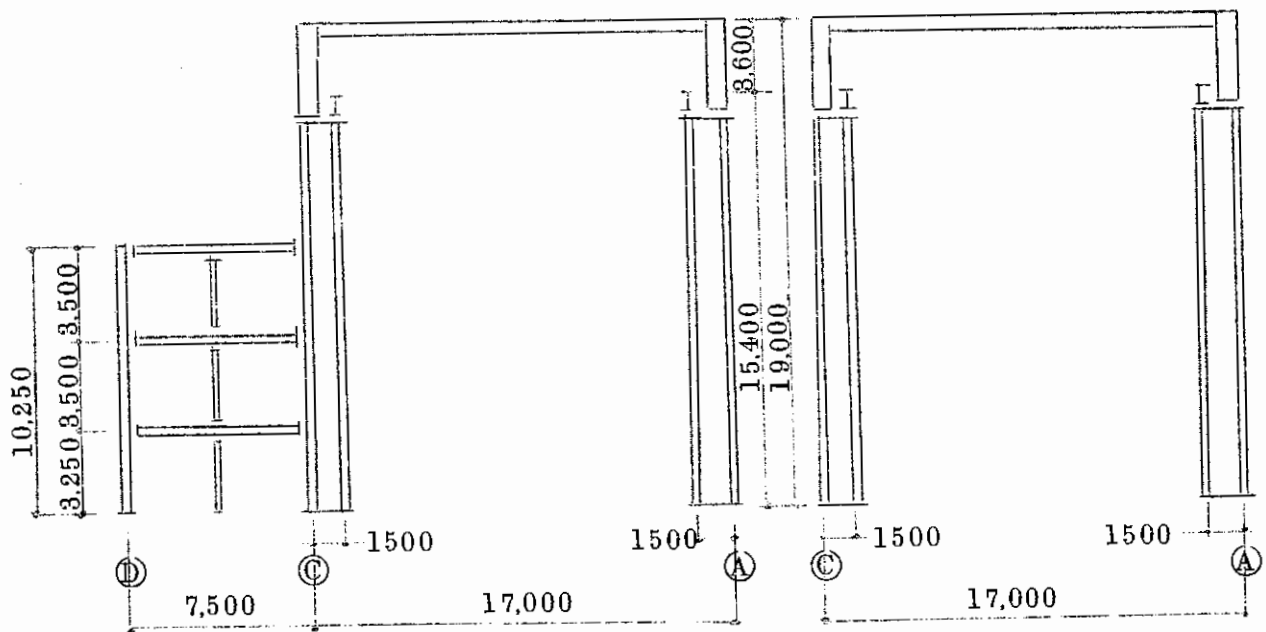
(注1) 建築基準法施行令第82条による。

2. 鉄骨部（地上）の設計

2.1 伏図、軸組図

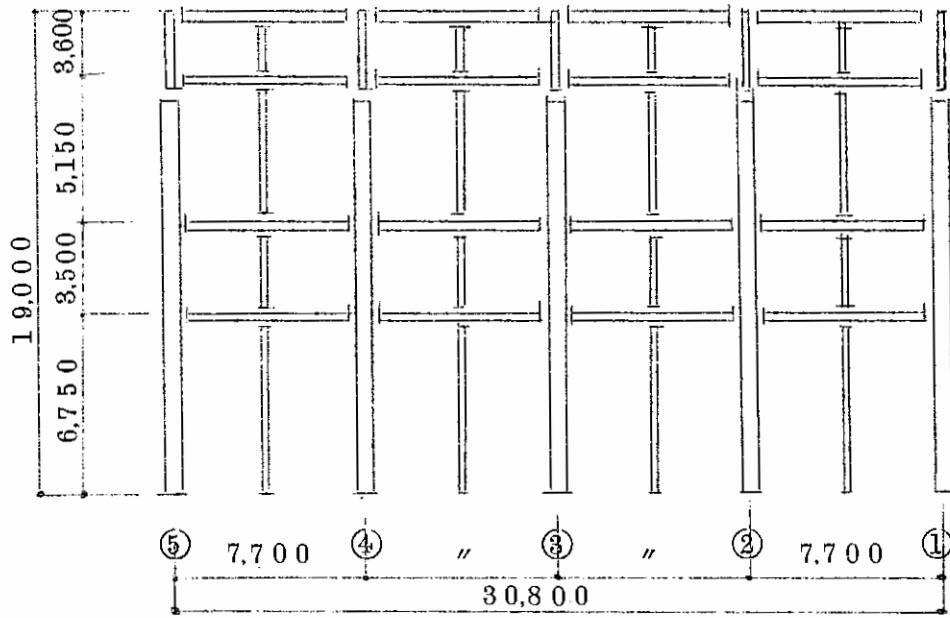


小屋伏図 1/300



2通軸組図 1/300

3・4通軸組図 1/300



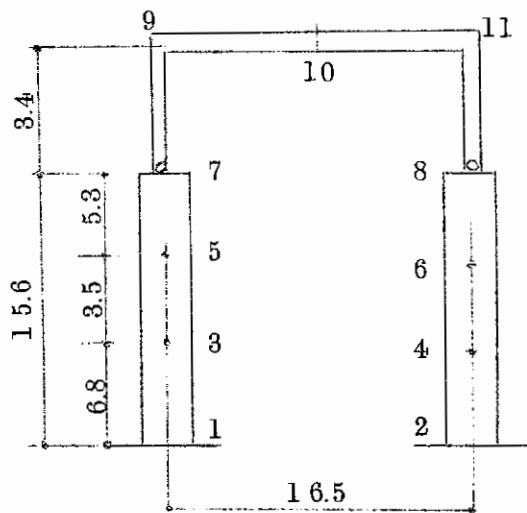
A列軸組図 1/300

2.2 荷重の算定

次の荷重条件について電算機により応力の解析をする。

インプットデータ

仮定断面



柱

下部

H-500・200・10・16

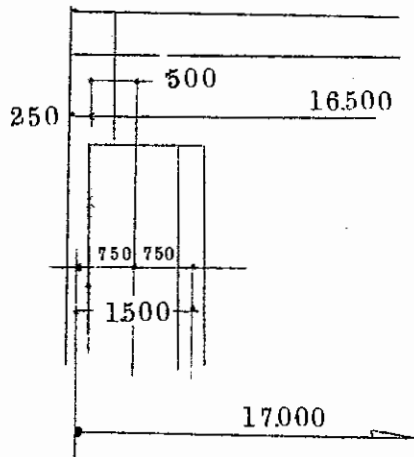
H-500・200・10・16

上部

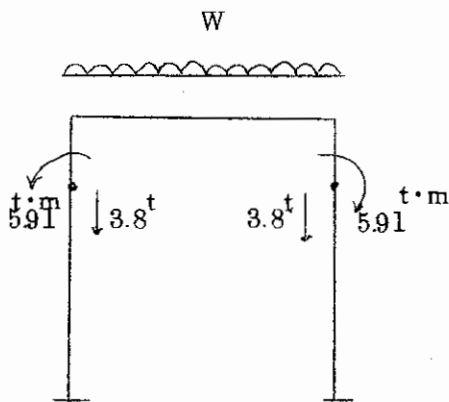
H-500・200・10・16

はり H-606・201・12・20

芯および偏芯関係



(1) 鉛直応力

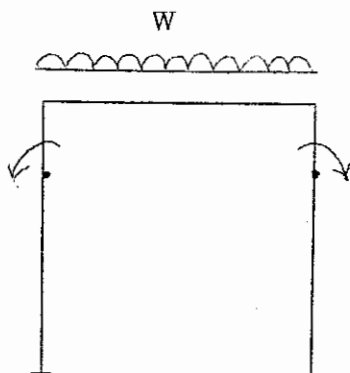


$$W (\text{等分布荷重}) = 0.18 \times 7.7 = 1.39 \text{ t/m}$$

$$P (\text{柱軸力}) = 0.2 \times 19 = 3.8 \text{ t}$$

$$M (\text{曲げモーメント}) = (1.39 \times 17 / 2) \times 0.5 = 5.91 \text{ t}\cdot\text{m}$$

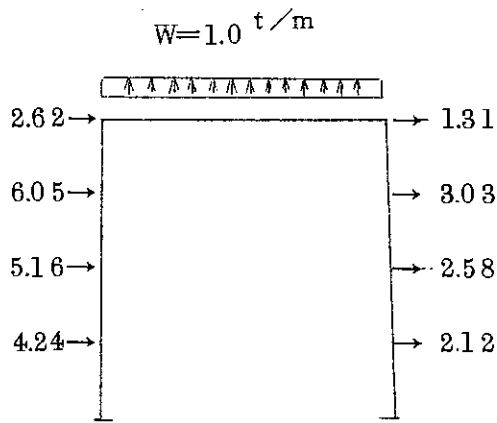
(2) 積雪時



$$W = 0.06 \times 7.7 = 0.46 \text{ t/m}$$

$$M = (0.46 \times 17 / 2) \times 0.5 = 1.96 \text{ t}\cdot\text{m}$$

(3) 風 圧 時 (→)



$$W = 0.26 \times 0.5 \times 7.7 = 1.0 \text{ t/m}$$

$$P = 0.25 \times 0.8 \times 7.7 \times 3.4 / 2 = 2.62 \text{ t}$$

$$0.21 \times 0.8 \times 7.7 \times 5.3 / 2 = 3.43$$

$$0.16 \times 0.8 \times 7.7 \times 3.5 / 2 = 1.73$$

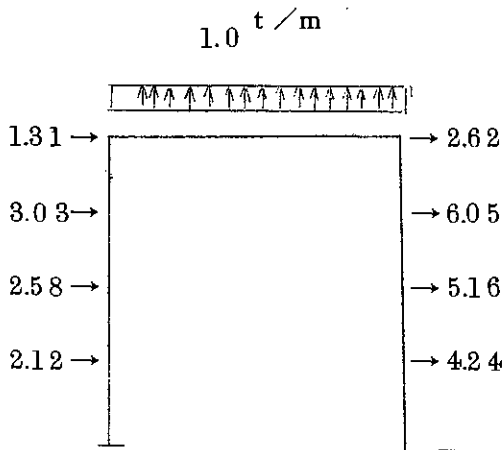
$$0.12 \times 0.8 \times 7.7 \times 6.8 / 2 = 2.51$$

$$2.62 + 3.43 = 6.05$$

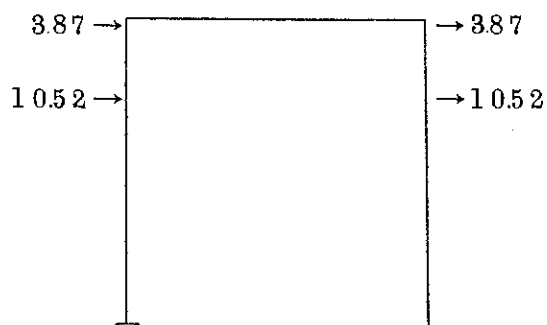
$$3.43 + 1.73 = 5.16$$

$$1.73 + 2.51 = 4.24$$

(4) 風 圧 時 (←)



(5) 地 震 時



屋 根 : $(0.15 \times 7.7 \times 8.5 + 0.12 \times 7.7 \times 1.7) \times 0.34 = 3.87$

クレン : $\frac{632}{4} \times 1.247 \times 0.33$ (注1)

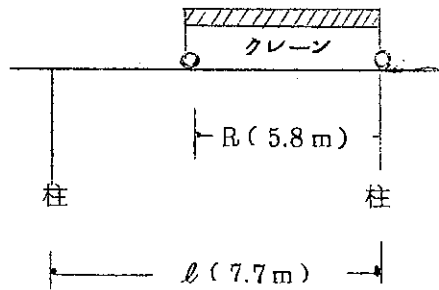
ガーダー : $0.2 \times 7.7 \times 0.33$

カベ : $(0.12 \times 7.7 \times 19 / 2) \times 0.33$

柱 : $(0.2 \times 19 / 2) \times 0.33$

} 1.052

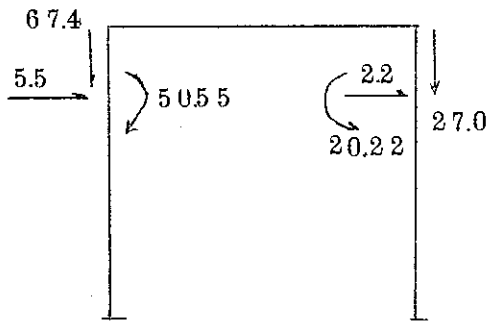
(注1) クレーンによる反力(次式)



$$\left(\frac{2l-R}{l}\right) = 1.247$$

(1) (6) クレーン時 →

(7) クレーン時 ←



$$\begin{aligned}
 & \text{(注1)} \\
 V &= 1.247 \times (1+0.2) \times 4.4 + 0.2 \times 7.7 = 67.4 \text{ t} \quad (27.0 \text{ t}) \\
 & \text{(注2)} \\
 H &= 1.247 \times 0.1 \times 4.4 = 5.5 \text{ t} \quad (2.2 \text{ t}) \\
 M &= 67.4 \times 0.75 = 50.55 \text{ t} \cdot \text{m} \quad (20.22 \text{ t} \cdot \text{m})
 \end{aligned}$$

()内反対側単軸圧40%

V : 鉛直方向軸力

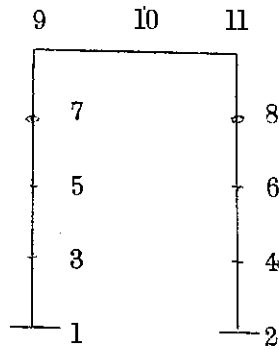
H : 水平方向軸力

M : 曲げモーメント

(注1) 鋼構造設計規準3章による衝撃力 20%

(注2) 鋼構造設計規準3章による水平力 10%

2.3 応力の算定

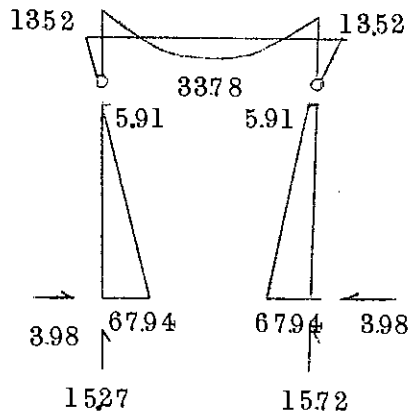


左図1~11の各節点応力を①~⑦のケースにつ

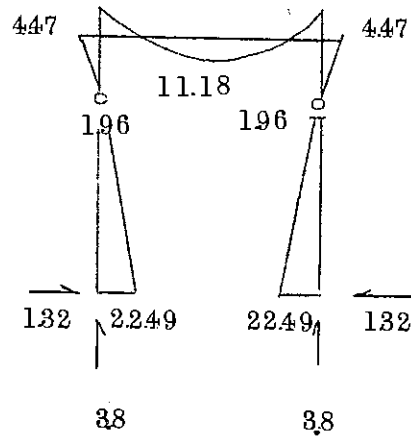
いて算定しその結果を示す。

- ① 鉛直応力時 $G+P$
- ② 積雪時 S
- ③ 風圧時 W_1
- ④ 風圧時 W_2
- ⑤ 地震時 K
- ⑥ クレーン時 C_1
- ⑦ クレーン時 C_2

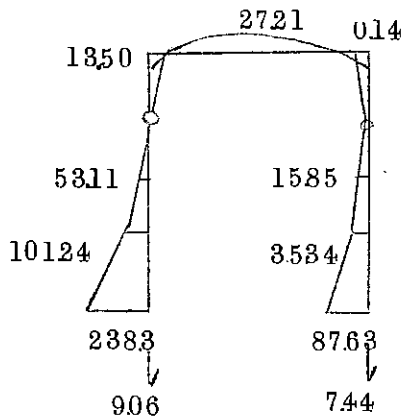
① 鉛直応力時



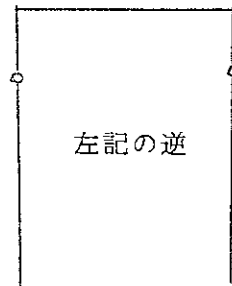
② 積雪時



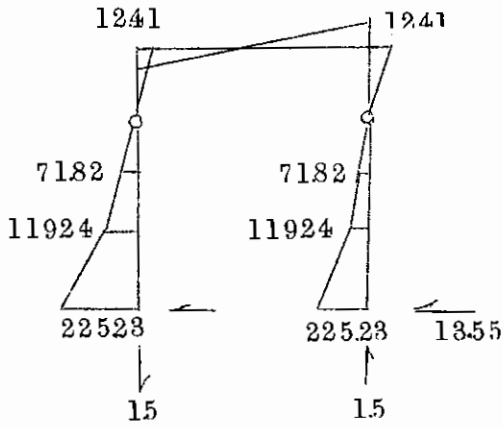
③ 風圧時 (W_1)



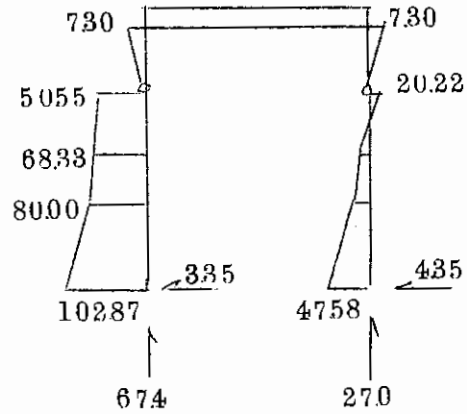
④ 風圧時 (W_2)



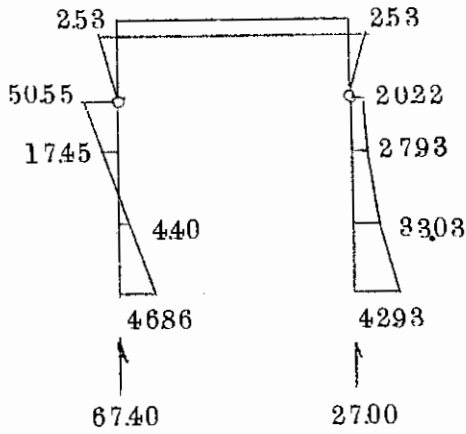
⑤ 地震時



⑥ クレーン時 (C₁)



⑦ クレーン時 (C₂)

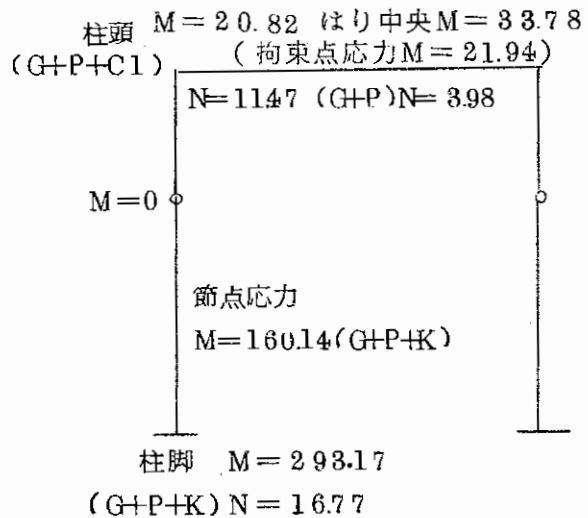


(最大曲げ応力)

次の組合せより断面算定

用最大曲げ応力を求める。

- G + P (長期)
- G + P + S (短期)
- G + P + W₁ (短期)
- G + P + W₂ (短期)
- G + P + K (短期)
- G + P - K (短期)
- G + P + C₁ (長期)
- G + P + C₂ (長期)
- G + W / 2 + C₁ (短期)
- G + W / 2 + C₂ (短期)



2.4 各部材の算定

鋼構造設計規準 6.1 より

$$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{c\sigma_b}{f_b} \leq 1$$

かつ

$$\frac{t\sigma_b - \sigma_c}{f_t} \leq 1$$

f_c : 許容圧縮応力度 (t/cm²)

f_b : 許容曲げ応力度 (t/cm²)

f_t : 許容引張応力度 (t/cm²)

$\sigma_c = N/A$: 平均圧縮応力度 (t/cm²)

$c\sigma_b = M/Z_c$: 圧縮側曲げ応力度 (t/cm²)

$t\sigma_b = M/Z_t$: 引張側曲げ応力度 (t/cm²)

N : 圧縮力 (t)

M : 曲げモーメント (t·cm)

A : 全断面積 (cm²)

Z_c : 圧縮側断面係数 (cm³)

Z_t : 引張側断面係数 (cm³)

(鋼材の標準断面寸法等は鋼構造設計規準付2による)

(1) 屋根大ばり

$$M = 3378 \text{ t}\cdot\text{cm}$$

$$N = 3.98 \text{ t}$$

H-606・201・12・20を使用

$$A = 152.5$$

$$Z_c = 2980$$

$$f_c = 0.905 \quad (\text{注1})$$

$$f_b = 1.45 \quad (\text{注2})$$

$$\frac{\sigma_b}{f_c} + \frac{c\sigma_b}{f_b} = \frac{3.98}{152.5} \sqrt{0.905} + \frac{3378}{2980} \sqrt{1.45}$$

$$= 0.03 + 0.78$$

$$= 0.81 < 1.0$$

(注1) f_c の算定

細長比 λ は鋼構造設計規準1.1.1より

$$\lambda = \frac{\ell_k}{i}$$

ℓ_k : 座屈長さ (cm)

i : 座屈軸についての断面2次半径 (cm)

$$\lambda = \frac{413}{4.22} = 98$$

鋼構造設計規準表付1.1より

$$f_c = 0.905$$

(注2) f_b の算定

鋼構造設計規準5章より

$$f_b = \left\{ 1 - 0.4 \frac{(\ell_b/i)^2}{C\wedge^2} \right\} f_t$$

$$f_b = \frac{900}{\frac{(\ell_b h)}{A f}} \quad \text{の大きい方}$$

ℓ_b : 圧縮フランジの支点間距離 (cm)

i : 圧縮フランジと、はりせいの $1/6$ とからなる

T形断面の、ウェブ軸まわりの断面2次半径 (cm)

$$C = 1.75 - 1.05 \left(\frac{M_2}{M_1} \right) + 0.3 \left(\frac{M_2}{M_1} \right)^2, \text{ただし、}$$

2.3以下

: M_2 、 M_1 はそれぞれ座屈区間端部における小さいほうの強軸まわりの曲げモーメント

h : はりのせい (cm)

$A f$: 圧縮フランジの断面積 (cm^2)

\wedge : 限界細長比

$$\ell b = 413$$

$$i = 5.11$$

$$\therefore \lambda = \ell b / i = 81 \quad Af = 40.2$$

$$C = 1.75 - 1.05 \left(\frac{3378}{2194} \right) + 0.3 \left(\frac{3378}{2194} \right)^2 = 0.94$$

$$\eta = \frac{i \cdot h}{Af} = 7.7$$

鋼構造設計規準図付 1.1 より

$$fb = 1.45$$

(2) 柱 上 部

$$M = 2082 \text{ t} \cdot \text{cm}$$

$$N = 11.47 \text{ t}$$

H-500・200・10・16 を使用

$$A = 114.2$$

$$Z_c = 1910$$

$$f_c = 1.11 \text{ (注1)}$$

$$fb = 1.48 \text{ (注2)}$$

$$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{c\sigma_b}{fb} = \frac{11.47}{114.2} / 1.11 + \frac{2082}{1910} / 1.48$$

$$= 0.09 + 0.68$$

$$= 0.77 < 1.0$$

(注1) f_c の算定

$$\lambda = \frac{\ell k}{i} = \frac{340}{4.33} = 7.9$$

$$\therefore f_c = 1.11$$

(注2) fb の算定

$$\ell b = 340$$

$$i = 5.14$$

$$\therefore \lambda = \ell b / i = 67 \quad Af = 32$$

$$C = 1.75 \quad (M_s = 0)$$

$$\eta = 8.03$$

$$\therefore f_b = 1.6$$

(3) 柱 下 部

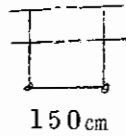
$$M = 29320 \text{ t} \cdot \text{cm}$$

$$N = 16.77 \text{ t}$$

2H-500・200・10・16 使用

1本当りの軸力 $(29320/150) + (16.77/2)$

$$= 204 \text{ t}$$



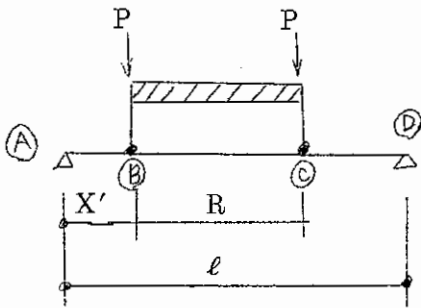
$$A = 114.2$$

$$\lambda = \frac{\ell k}{i} = \frac{170}{4.33} = 40$$

$$f_c = 1.46 \times 1.5 = 2.19$$

$$\frac{\sigma_c}{f_c} = \frac{204}{114.2} / 2.19 = 0.82 < 1.0$$

(4) クレンガーダー



クレンガーダースパン $\ell = 7.700 \text{ m}$

ホイールベーススパン $R = 5.800 \text{ m}$

最大車輪圧 $P = 44.0 \text{ t}$

ガーダー自重 $W = 0.21 \text{ t/m}$

クレンが支点より $X \text{ m}$ 離れた時の応力を算出する。

A点反力 V は

$$V = P \left\{ \frac{\ell - X}{\ell} + \frac{\ell - R - X}{\ell} \right\} \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

C点曲げモーメント M は

$$M = V(X + R) - P \cdot R \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

M_{\max} を求めるため $\frac{dM}{dX} = 0$ として X を求める②式に代入する。

$$M = P(\ell - R/2)^2 / 2 \cdot \ell \dots\dots\dots ④$$

故にクレンガーダー曲げ応力は

鉛直方向曲げ

$$\begin{aligned} M_1 &= \{P(\ell - R/2)^2 / 2\ell\} \times 1.2 + \frac{1}{8} \cdot W \cdot \ell^2 \\ &= 78.99 + 1.56 \\ &= 80.55 \text{ t} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

水平方向制動力による曲げ

$$\begin{aligned} & \text{(注2)} \\ H &= 0.1 P_{\max} = 4.4 \text{ t} \\ M_2 &= H(\ell - R/2)^2 / 2\ell \\ &= 6.58 \text{ t} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{軸力 } N = 6.58 / 1.5 = 4.4 \text{ t (組立梁巾 } 1.5 \text{ m)}$$

局部曲げ

$$M_3 = (1/10) \times 4.4 \times 1.9^2 = 1.59 \text{ t} \cdot \text{m (ラチススパン } 1.9 \text{ m)}$$

$$\begin{aligned} M_1 &= 80.55 \text{ t} \cdot \text{m} && \text{(全断面について)} \\ M_3 &= 1.59 \text{ t} \cdot \text{m} && \text{(上フランジ断面について)} \\ N &= 4.4 \text{ t} && \text{(" ")} \end{aligned}$$

H-800・300・14・26 使用

$$\begin{aligned} Z_1 \text{ (全断面)} &= 7290 \text{ cm}^3 \\ Z_3 \text{ (上フランジ断面)} &= 390 \text{ cm}^3 \\ A \text{ (")} &= 78 \text{ cm}^2 \\ f_c &= 1.6 \\ f_b &= 1.6 \text{ (注3)} \end{aligned}$$

$$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{c\sigma_b}{f_b} = \left(\frac{4.4}{78} + \frac{8055}{7290} + \frac{159}{390} \right) / 1.6$$

$$\begin{aligned} &= (0.056 + 1.105 + 0.41) / 1.6 \\ &= 0.984 < 1.0 \end{aligned}$$

(注1) 鋼構造設計規準3章による衝撃力20%

(注2) 鋼構造設計規準3章による水平力10%

(注3) 全断面について

$$\ell b = 190 \qquad i = 6.62$$

$$\lambda = 190 / 6.62 = 28.7$$

$$C = 1.75 (M_2 = 0)$$

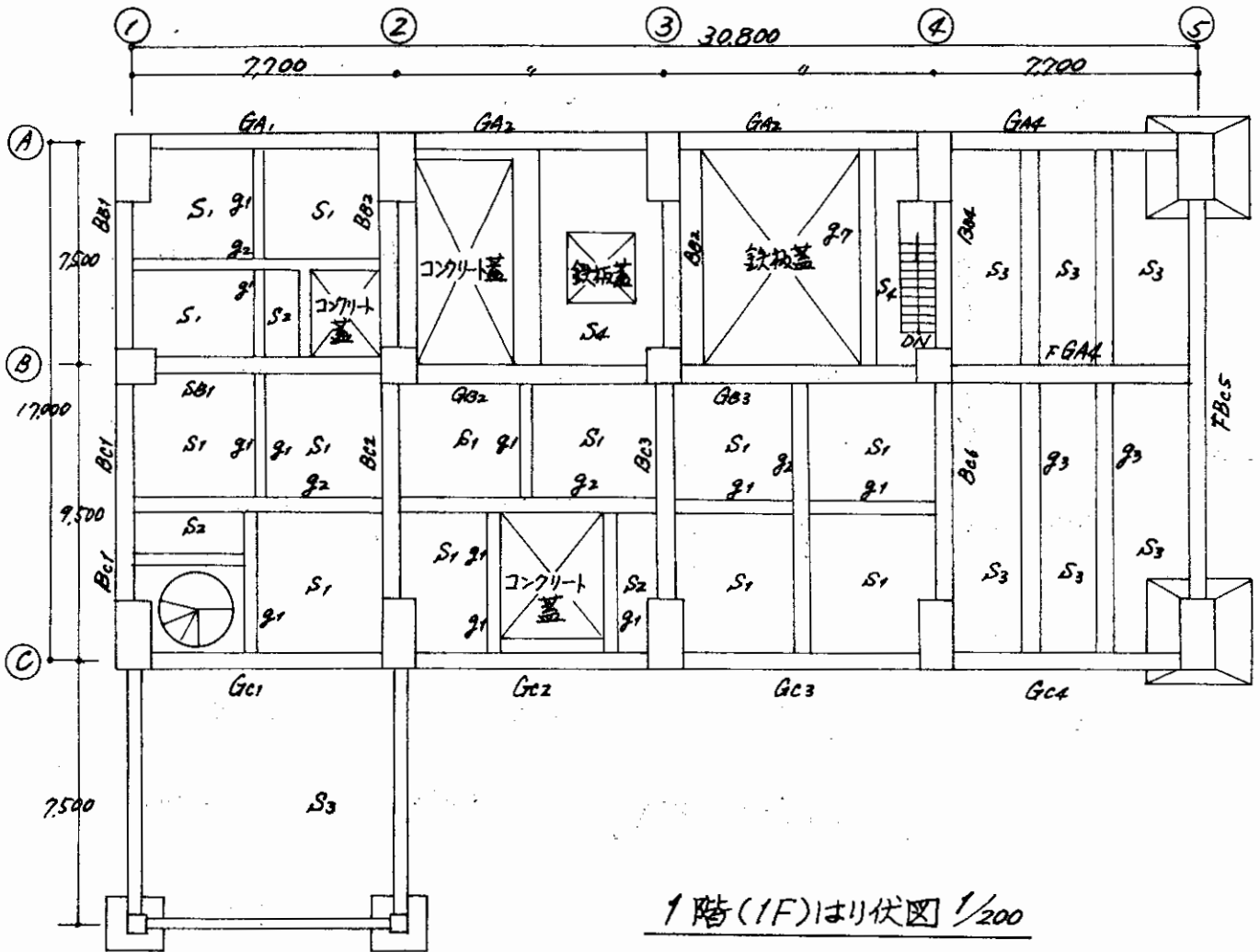
$$\eta = 6.8$$

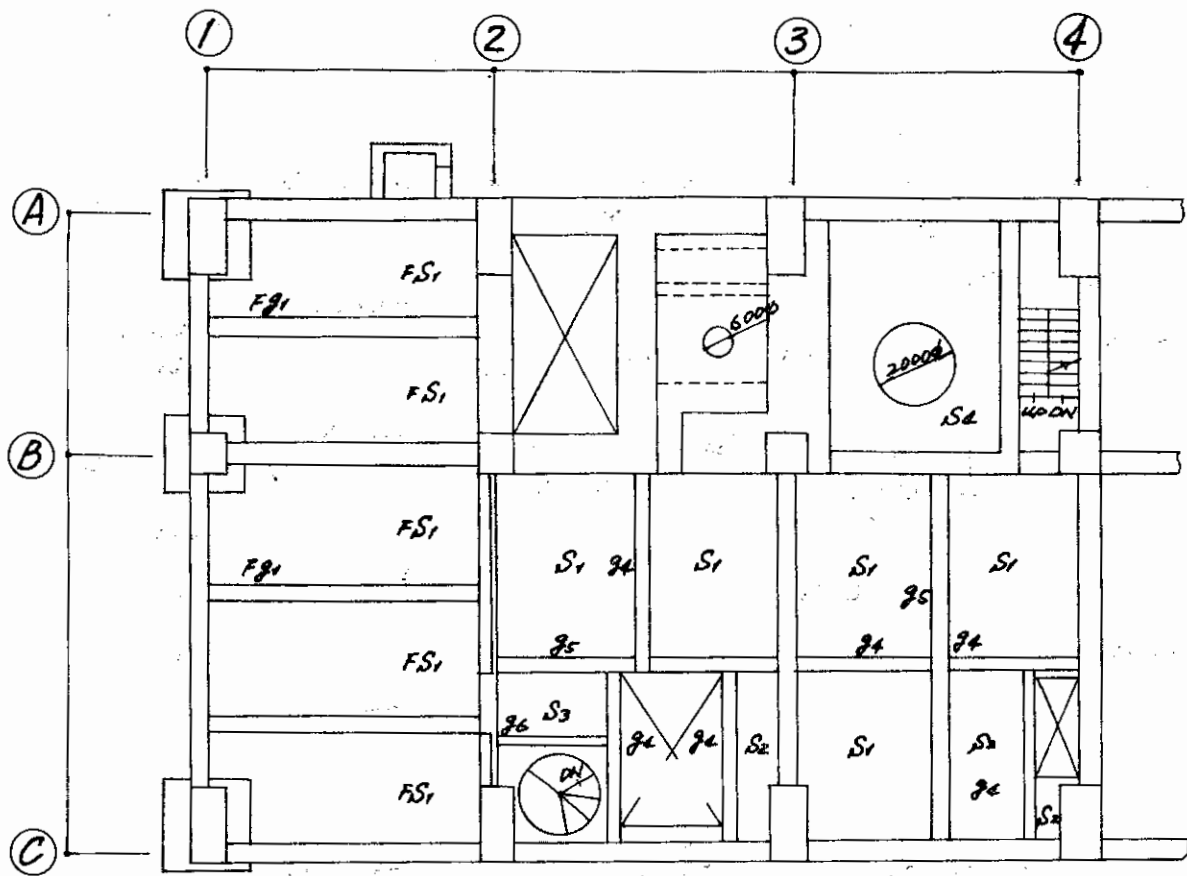
$$\therefore f b = 1.6$$

フランジ断面について

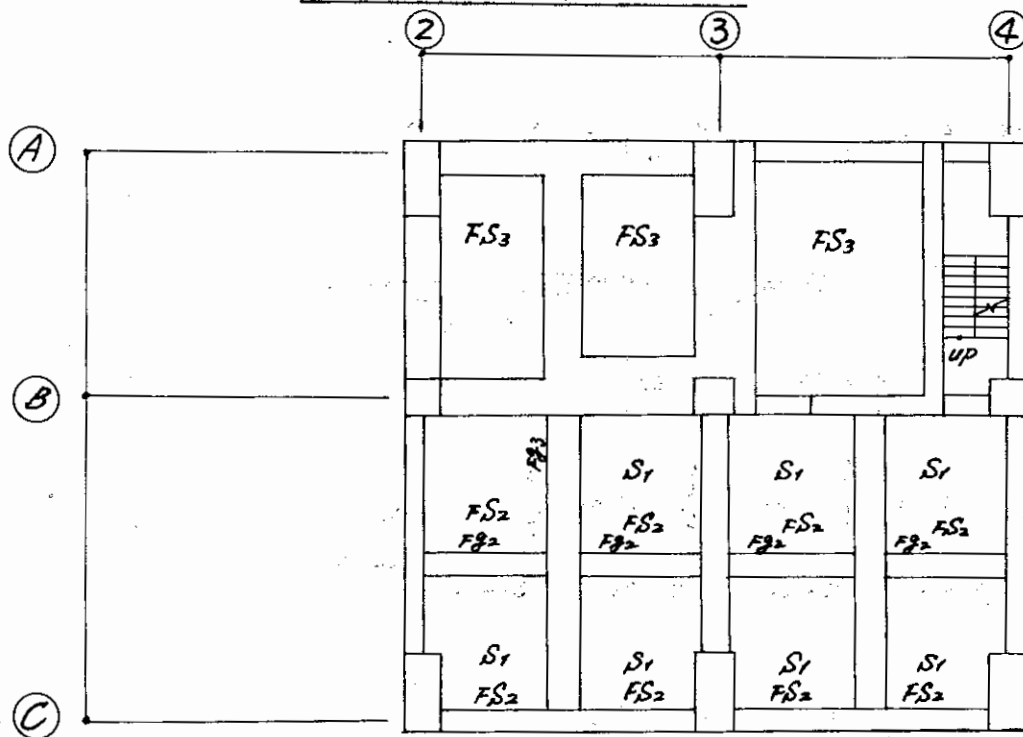
$$\text{弱軸まわり故 } f b = 1.6$$

3. 鉄筋コンクリート部(地下)の設計
 3.1 はり伏図





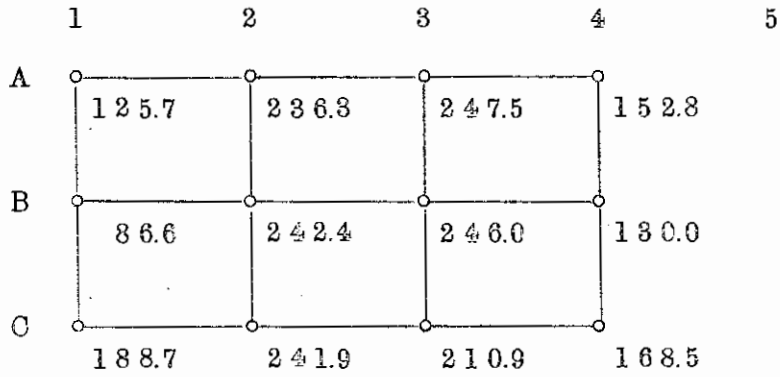
地下1階(B1F)の伏図



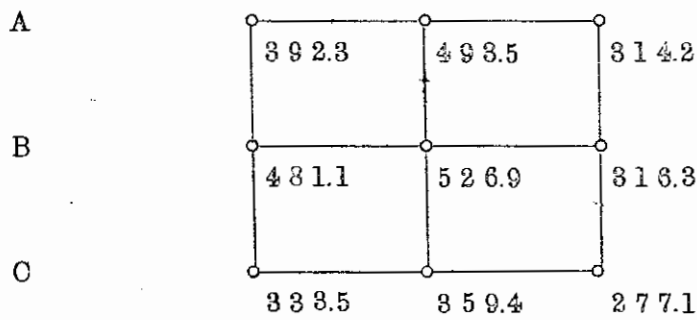
地下2階(B2F)の伏図

3.2. 準備計算

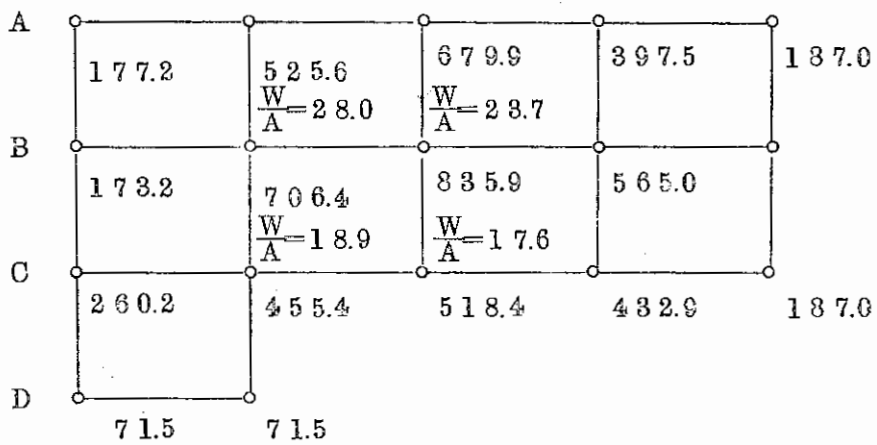
(1) 柱軸力



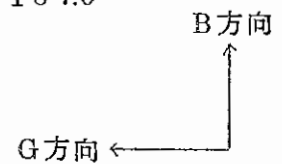
B 1 階



B 2 階



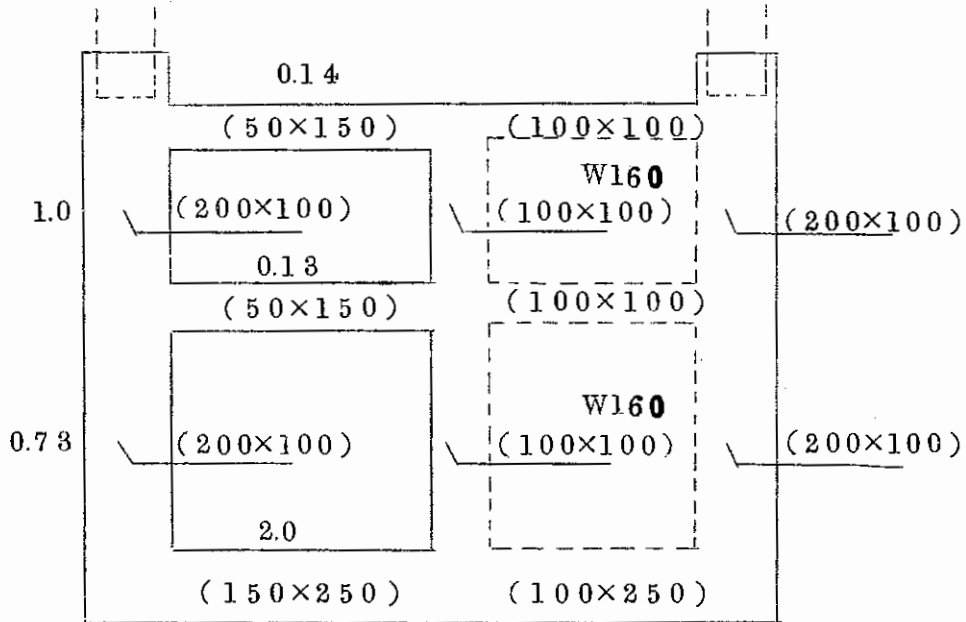
基礎用



$\frac{W}{A}$; 底版 1 m²当りの反力

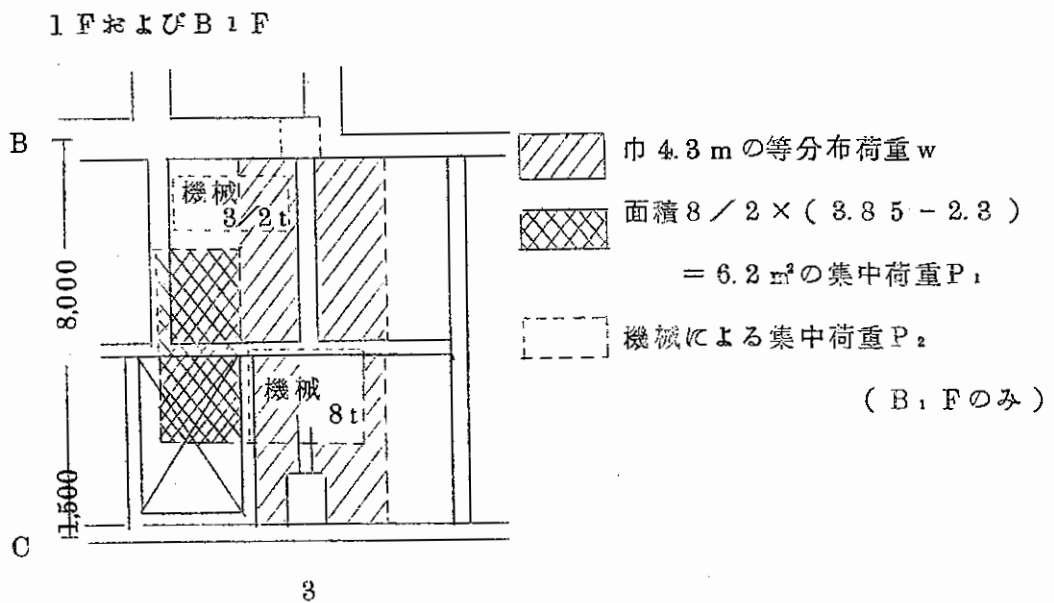
(2) ラーメン材の剛比

3 ラーメン以外のラーメンは有壁ラーメンであるため3 ラーメンについて算定する。

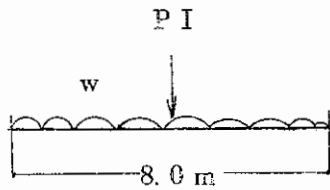


(注1)
(3) 鉛直荷重による大はり荷重項 (C, Mo, Q)

3 ラーメン Bc₃ の各階について算定する。



(1 Bcs)



$$w = (2.12 + 0.2) \times 4.3 + \frac{1.25 \times 0.5 \times 2.4}{\text{(はり自重)}} = 11.5 \text{ t/m}$$

$$P_1 = (2.12 + 0.2) \times 6.2 = 14.4 \text{ t}$$

w ; 等分布荷重

P ; 集中荷重

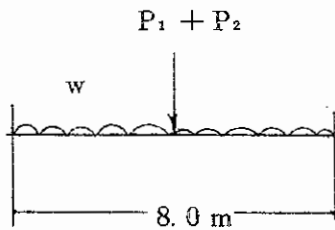
(注2)

$$C = 0.083 \times 11.5 \times 8^2 + 0.125 \times 14.4 \times 8 = 75.7$$

$$M_0 = 0.125 \times 11.5 \times 8^2 + 0.25 \times 14.4 \times 8 = 150$$

$$Q = \frac{1}{2} \times 11.5 \times 8 + \frac{1}{2} \times 14.4 = 53.2$$

(B1 Bcs)



$$w = (1.15 + 0.2) \times 4.3 + 1.25 \times 0.5 \times 2.4 = 7.3 \text{ t/m}$$

$$P_1 = (1.15 + 0.2) \times 6.2 = 8.4$$

$$P_2 = 8 + 3/2 = 9.5$$

$$8.4 + 9.5 = 17.9$$

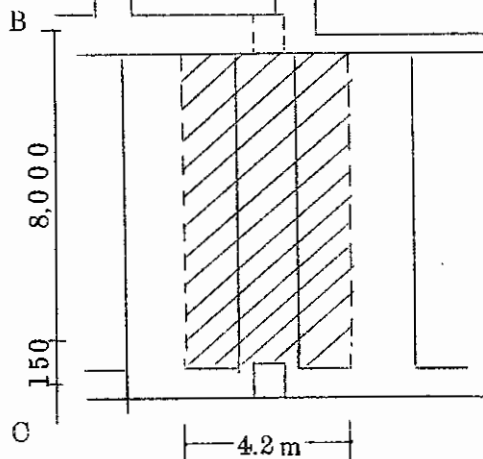
(注2)

$$C = 0.083 \times 7.3 \times 8^2 + 0.125 \times 17.9 \times 8 = 56.9$$

$$M_0 = 0.125 \times 7.3 \times 8^2 + 0.25 \times 17.9 \times 8 = 94.4$$

$$Q = \frac{1}{2} \times 7.3 \times 8 + \frac{1}{2} \times 17.9 = 38.2$$

B2 Fおよび基礎版(マット)



$$W_{B2} = 1.15 \times 4.2 + 1.75 \times 1.5 \times 2.4 = 11.1 \text{ (はり自重)}$$

$$W_{\text{マット}} = \left(\frac{18.9 + 17.6}{2} - 0.5 \times 2.4 \right) \text{ (マット自重)}$$

$$- 1.75 \times 2.7 \times 1.6 \times 4.2 = 40.3 \text{ (砂づめ自重)}$$

(上向き)

$$\therefore W_{\text{マット}} - W_{B2} = 29.2 \text{ t/m (上向き)}$$

(F B c₃)

$$C = 0.088 \times 29.2 \times 8^2 = 155 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$M_0 = 0.125 \times 29.2 \times 8^2 = 234 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$Q = \frac{1}{2} \times 29.2 \times 8 = 117 \text{ t}$$

(注1) 鉄筋コンクリート構造計算規準。同解説3章
表10.1により算定

C ; 端部固定端モーメント (t · m)

M₀ ; 両端支持状態における最大曲げモーメント (t · m)

Q ; 両端支持状態における端部せん断力 (t)

(注2) $C = 0.083W\ell = 0.083w\ell^2$ (∵ $W = w\ell$)

(4) 層せん断力

RF	K _H	建物重量 (t)	各階水平力 (t)	全水平力 (t)
クレン 1F B1F B2F	0.337	荷重算定	3.87 × 10 = 38.7	38.7
	0.325	5)より	10.52 × 10 = 105.2	144
	0.27	1366	369	513
	0.27	1566	423	936

3.3 応力の算定

(1) 耐力壁

耐力壁に全せん断力を負担させて検討する。

$$\begin{aligned} \text{B}_1 \text{ 階 } \quad \text{G方向壁量} \quad & 23.1 \times 0.5 \times 2 + 1.0 \times 7.7 + 0.5 \times 7.7 = 34.65 \text{ m}^2 \\ & = 346500 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{B方向壁量} \quad 17.0 \times 0.5 \times 2 \times 7.5 \times 2.0 = 32.0 \text{ m}^2 = 320000 \text{ cm}^2$$

B₂ 階 G方向壁量 $15.4 \times 0.5 \times 2 + 1.0 \times 7.7 = 23.1 \text{ m}^2 = 231000 \text{ cm}^2$
 B方向壁量 $17.0 \times 0.5 \times 2 + 1.0 \times 7.5 + 0.5 \times 7.5 = 28.25 \text{ m}^2$
 $= 282500 \text{ cm}^2$

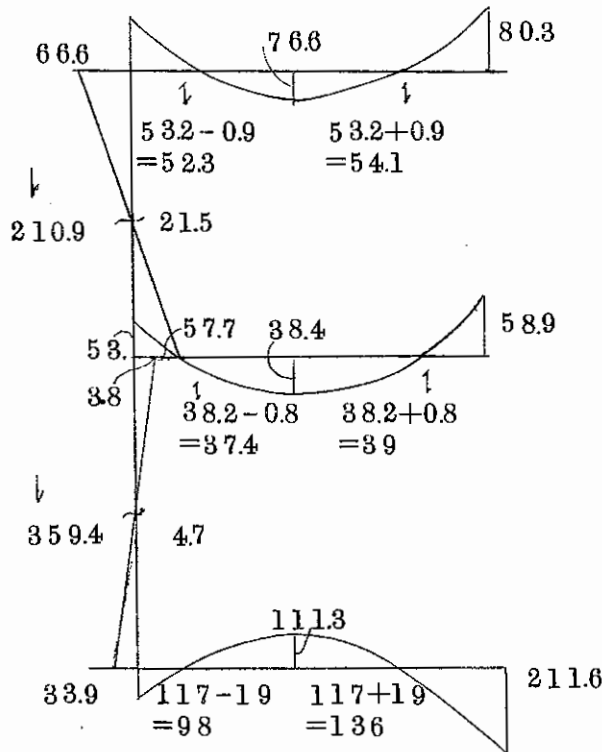
B₂ 階 G方向 (壁量が小さくせん断力の大きい) により検討

壁のせん断応力度 $\tau_s = 936000 / 231000$
 $= 4.05 < 10.5 \text{ Kg/cm}^2$

故に壁のみで十分安全である。

(2) 3 ラーメン

(i) 長期荷重時応力



上部鉄骨柱脚の応力を柱、梁の剛比の比に分割負担させる。

剛比の比

梁 $0.14 / (1.0 + 0.14) = 0.12$

柱 $1.0 / (1.0 + 0.14) = 0.88$

鉄骨柱脚応力

$G + P + C_2 = 67.94 + 46.86 = 114.8$ 梁用 (柱は打消す方向)

$G + P + C_1 = 102.87 - 67.94 = 34.93$ 柱用 (梁は打消す方向)

故に長期応力は

1 Bc _s	端部	$114.8 \times 0.12 + 66.6 =$	80.4 t·m
	中央		76.6 t·m
B ₁ Bc _s	端部		53.0 t·m
	中央		38.4 t·m
F Bc _s	端部		211.6 t·m
	中央		111.3 t·m

$$B_1 C c_s \quad 34.93 \times 0.88 + 66.6 = 97.3 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$B_2 C c_s \quad 33.9 \text{ t} \cdot \text{m}$$

(ii) 地震時応力

全せん断力の30%がラーメン材に分担するものとする。

$$B_1 \text{ 階} \quad 513 \times 0.3 = 154.0 \text{ t}$$

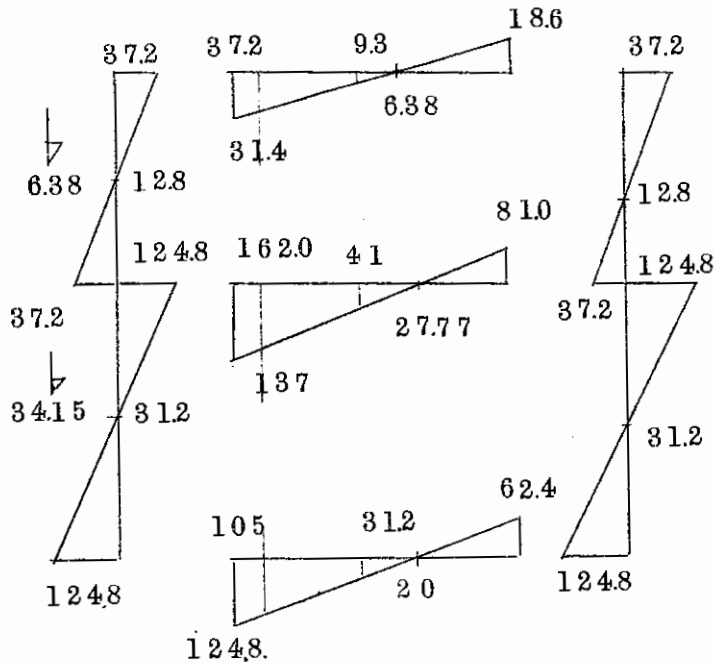
$$B_2 \text{ 階} \quad 936 \times 0.3 = 281.0 \text{ t}$$

柱1本当りせん断力

$$B_1 \text{ 階} \quad 154.0 / 12 = 12.8 \text{ t}$$

$$B_2 \text{ 階} \quad 281.0 / 9 = 31.2 \text{ t}$$

故に3ラーメン応力は



端部応力で大きい値のものについては、剛域を考慮して応力の低減を行なう。

(iii) 短期時応力

鉄骨柱脚応力短期時最大応力 $293.17 \text{ t} \cdot \text{m}$

$$1 B c_s \quad \text{端部 上} \quad 293.17 \times 0.12 + 3.14 + 66.6 = 133.2 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$\text{下} \quad 293.17 \times 0.12 + 3.14 - 66.6 = 0$$

$$\text{中央} \quad 9.3 + 76.6 = 85.9 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$B_1 B c_s \quad \text{端部 上} \quad 137 + 53 = 190.0 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$\text{下} \quad 137 - 53 = 84.0 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$\text{中央} \quad 41 + 38.4 = 79.4 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$F B c_s \quad \text{端部} \quad 62.4 + 211.6 = 274.0 \text{ t} \cdot \text{m}$$

	中央	$3 \ 1.2 + 1 \ 1 \ 1.8$	$=1 \ 4 \ 2.5 \ t \cdot m$
$B_1 \ Cc_3$		$2 \ 9 \ 3.17 \times 0.88 + 3 \ 7.2 + 6 \ 6.6$	$=3 \ 6 \ 1.8 \ t \cdot m$
$B_2 \ Cc_3$		$1 \ 2 \ 4.8 + 3 \ 3.9$	$=1 \ 5 \ 8.7 \ t \cdot m$

3.4 各部材の算定

(1) 記号の説明

- b ; 梁または柱の巾 (cm)
- D ; 梁または柱のせい (cm)
- d ; 梁または柱の有効せい (cm)
- j ; 梁または柱の応力中心距離 (cm)
- M_v ; 長期曲げモーメント ($t \cdot m$)
- M_s ; 短期曲げモーメント ($t \cdot m$)
- M ; 設計用曲げモーメント ($t \cdot m$)
- Q_v ; 長期せん断力 (t)
- Q_s ; 短期せん断力 (t)
- Q ; 設計用せん断力 (t)
- N_v ; 長期柱軸力 (t)
- N_s ; 短期柱軸力 (t)
- P_t ; 引張鉄筋比 (%)
- r ; 複筋比
- a_t ; 引張鉄筋の断面積 (cm^2)
- φ ; 引張鉄筋の周長または周長の総和 (cm)
- P_w ; あばら筋比または帯筋比 (%)
- Q_A ; はりの許容せん断力
- Q_{AL} ; 柱の長期許容せん断力
- Q_{As} ; 柱の短期許容せん断力
- f_a ; 鉄筋の許容付着応力度
- f_c ; コンクリートの許容圧縮応力度
- f_s ; コンクリートの許容せん断応力度
- f_t ; 鉄筋の許容引張応力度

(2) 大ばりの断面算定

鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 14条、16条、17条および付15図表より算定する。

$$P_t = \frac{a_t}{b d}$$

$$M = C b d^2$$

$$M = a_t f_t j \quad j = (7/8) d \text{ とする} \quad \tau_a = \frac{Q}{\phi j} \leq f_a$$

$$Q_A = b j \{ \alpha f_s + 0.5 w f_t (P_w - 0.002) \}$$

ただし

$$\alpha = \frac{4}{(M/Q d) + 1} \quad \text{かつ} \quad 1 \leq \alpha \leq 2$$

(1 Bc3)

b ; 50 cm D ; 150 cm

d ; 145 cm j ; 127 cm

長期

短期

M_v (端部) ; 80.4 t·m

M_s (端部) ; 133.2 t·m

M_v (中央) ; 76.6 t·m

M_s (中央) ; 85.9 t·m

Q_v ; 54.1 t

Q_s ; 60.5 t

端部

主筋

$$M_s / b d^2 = 12.7$$

$$P_t (r) = 0.4\%$$

$$\therefore \text{所要 } a_t = 29$$

$$\phi = 60500 / (14 \times 127) = 34$$

実施 7-D25

$$a_t = 35.49$$

$$\phi = 56$$

あばら筋 D13 @100 とする。

$$\alpha = 1$$

$$Q_A = 50 \times 127 \{ 7 + 0.5 \times 2000 \times 0.003 \}$$

$$= 63.5 t > 54.1 t$$

中 央

主 筋

$$\begin{aligned}
 a t &= M_s / f t j \\
 &= 7660000 / (2200 \times 127) \\
 &= 27.5 \quad (\text{所要})
 \end{aligned}$$

実 施 7 - D 2 5 $a t = 35.49$

あばら筋 D 1 3 @ 2 0 0

(B, B c s)

b ; 5 0 cm D ; 1 5 0 cm

d ; 1 4 5 cm j ; 1 2 7 cm

長 期

短 期

M_v (端部) ; 5 3.0 t · m

M_s (端部) $\frac{\text{上}}{\text{下}} ; \frac{190.3 \text{ t} \cdot \text{m}}{84.0 \text{ t} \cdot \text{m}}$

M_v (中央) ; 3 8.4 t · m

M_s (中央) ; 7 9.4 t · m

Q_v ; 3 9.0 t

Q_s ; 6 6.8 t

端 部

主 筋 (上筋)

(下筋)

$$M_s \text{上} / b d^2 = 18.3$$

$$a t = M_s \text{下} / f t \cdot j$$

$$P t (r) = 0.6 \%$$

$$= 8170000 / (3500 \times 127)$$

$$\therefore \text{所 要 } a t = 43.5$$

$$= 18.4 \quad (\text{所要})$$

$$\phi = 25$$

実 施 q - D 2 5

実 施 5 - D 2 5

$$a t = 45.63$$

$$a t = 25.35$$

$$\phi = 72$$

あばら筋 D 1 3 @ 1 0 0

$$\alpha = 1$$

$$Q_A = 50 \times 127 \{ 10.5 + 0.5 \times 2000 \times 0.003 \}$$

$$= 95 \text{ t} > 66.8 \text{ t}$$

中 央

主 筋

$$a t = M_s / f t \cdot j$$

$$= 7940000 / (3500 \times 127) = 17.9$$

実施 7-D25 $a_t = 35.49$
 あばら筋 D13@200

(F B c s)

b ; 150 cm D ; 250

d ; 245 j ; 214

長 期

短 期

M_v (端部) ; 211.6 t·m

M_s (端部) ; 274.0 t·m

M_v (中央) ; 111.3 t·m

M_s (中央) ; 142.5 t·m

Q_v ; 136 t

Q_s ; 156 t

端 部

主 筋

$$M_v / b d^2 = 2.4$$

$$P_t (r) = 0.2 \%$$

$$\therefore \text{所 要 } a_t = 73.5$$

$$\varphi = 45.3$$

実 施 20-D25

$$a_t = 101.4$$

$$\varphi = 160.0$$

あばら筋 4-D16@100

$$\alpha = 1$$

$$Q_A = 150 \times 214 \times 7 \text{ (あばら筋を考慮しない)}$$

$$= 228000 \text{ Kg} = 228 \text{ t} > 136 \text{ t}$$

中 央

主 筋

$$a_t = M_s / f_t j$$

$$= 11130000 / (2200 \times 214)$$

$$= 24$$

実 施 30-D25 $a_t = 152.1$

あばら筋 4-D16@200

(3) 柱の断面算定

鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説15条、16条、17条および付16図表により算定する

$$P_t = \frac{a_t}{bD} \quad \left\{ \begin{array}{l} Q_{AL} = b_j \cdot \alpha f_s \\ Q_{As} = b_j \{ f_s + 0.5 w f_t (P_w - 0.002) \} \end{array} \right.$$

ただし

$$\alpha = \frac{4}{\frac{M}{Q_d} + 1} \quad \text{かつ} \quad 1 \leq \alpha \leq 2$$

(B₁ C₃)

B方向 $b ; 100$

$D ; 200$ $j ; 170$

長期

$N_v ; 210.9 \text{ t} \cdot \text{m}$

$M_v ; 97.3 \text{ t} \cdot \text{m}$

$Q_v ; 20.0 \text{ t}$

短期

$N_s ; 217.3 \text{ t}$

$M_s ; 361.8 \text{ t} \cdot \text{m}$

$Q_s ; 32.8 \text{ t}$

主筋

$$N_s / bD = 10.8$$

$$M_s / bD^2 = 9.01$$

$$P_t = 0.2\%$$

$$\therefore \text{所要} \quad a_t = 40$$

$$\varphi = 6.2$$

$$10 - D25$$

$$a_t = 50.7$$

$$\varphi = 80.0$$

あばら筋 $D10 @ 100$

$$Q_{As} = b_j \cdot f_s \text{ (あばら筋を考慮しない)}$$

$$= 178 \text{ t} > 32.8 \text{ t}$$

G方向については耐力壁に連結しているので曲げ応力は考慮しないが柱全断面について鉄筋全断面が0.8%以上になるように定める。

$$\therefore \text{全} \quad a_t = 100 \times 200 \times 0.8\% = 160$$

∴ G方向 8-D25

(B₂Cc_s)

B方向 b ; 100

D ; 200

j ; 179

長期

N_v ; 359.4 t

M_v ; 33.9 t·m

Q_v ; 4.7 t

短期

N_s ; 393.6 t

M_s ; 158.7 t·m

Q_s ; 35.9 t

∴ Cc_s と同じ配筋で十分である。

(4) 1階柱根まき (1Cc_s) の断面算定

B方向 b ; 100

D ; 200

j = 170

短期

N_s ; 16.77 t

M_s ; 293.17 t·m

主筋

N_s/bD = -0.8

M_s/bD² = 7.32

= 0.27

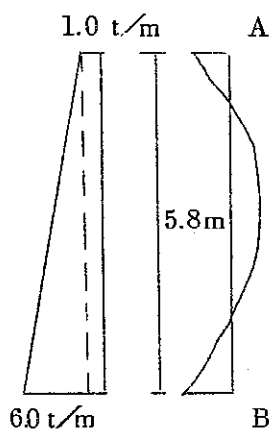
∴ 所要 at = 54

実施 12-D25

at = 60.84

(5) 地下外壁の設計

B1壁



$$C_{AB} = 0.083 \times 1.0 \times 5.8^2 + 0.067 \times \frac{5.0}{2} \times 5.8^2$$

$$= 8.4 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$C_{BA} = 0.083 \times 1.0 \times 5.8^2 + 0.1 \times \frac{5.0}{2} \times 5.8^2 = 11.4 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$M_o = 0.125 \times 1.0 \times 5.8^2 + 0.128 \times \frac{5.0}{2} \times 5.8^2$$

$$= 15.0 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$Q_A = \frac{1}{2} \times 1.0 \times 5.8 + 0.33 \times \frac{5.0}{2} \times 5.8 = 7.7 \text{ t}$$

$$Q_B = \frac{1}{2} \times 1.0 \times 5.8 + 0.67 \times \frac{5.0}{2} \times 5.8 = 12.6 \text{ t}$$

C, M_o, Q は鉄筋コンクリート構造計算規準。

同解説 3 章表 1 0.1 および表 1 0.2 により算定

$$M(\text{中央}) = 15.0 - \{[(11.4 - 8.4) / 2] + 8.4\} = 5.6 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$D = 50 \quad j = 39.5$$

B 端

所要 $at = 1140 / (2.2 \times 39.5) = 13.1 \text{ cm}^2$

$$\varphi = 12600 / (21 \times 39.5) = 15.2 \text{ cm}$$

実施 D16, @100 (B₂ 壁に連続するものは D19.2 @100)

$$at = 19.9$$

$$\varphi = 50$$

A 端および中央

所要 $at = 840 / (2.2 \times 39.5) = 9.7 \text{ cm}^2$

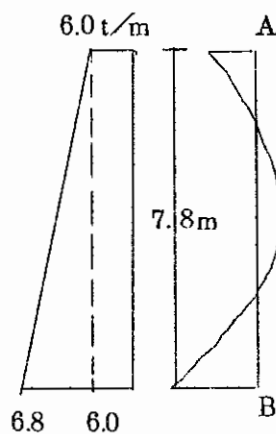
$$\varphi = 7700 / (21 \times 39.5) = 9.3 \text{ cm}$$

実施 D16 @100

$$at = 19.9$$

$$\varphi = 50$$

B₂ 壁



$$C_{AB} = 0.083 \times 6.0 \times 7.8^2 + 0.067 \times \frac{6.8}{2} \times 7.8^2 = 44.2 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$C_{BA} = 0.083 \times 6.0 \times 7.8^2 + 0.1 \times \frac{6.8}{2} \times 7.8^2 = 51.0 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$M_o = 0.125 \times 6.0 \times 7.8^2 + 0.128 \times \frac{6.8}{2} \times 7.8^2 = 72.0 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$Q_A = \frac{1}{2} \times 6.0 \times 7.8 + 0.33 \times \frac{6.8}{2} \times 7.8 = 32.4 \text{ t}$$

$$Q_B = \frac{1}{2} \times 6.0 \times 7.8 + 0.67 \times \frac{6.8}{2} \times 7.8 = 41.2 \text{ t}$$

$$M(\text{中央}) = 72.0 - \{[(51.0 - 44.2) / 2] + 44.2\} = 24.4 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$D = 80 \quad j = 65$$

A 端		
所 要	$a_t = 4420 / (2.2 \times 65) = 31 \text{ cm}^2$	
	$\varphi = 32400 / (21 \times 65) = 23.8 \text{ cm}$	
実 施	D19, 22 @ 100	
	$a_t = 33.7$	
	$\varphi = 65$	
中 央		
所 要	$a_t = 2440 / (2.2 \times 65) = 17 \text{ cm}^2$	
実 施	D19 @ 100	
	$a_t = 28.7$	
B 端		
所 要	$a_t = 5100 / (2.2 \times 65) = 35.5 \text{ cm}^2$	
	$\varphi = 41200 / (21 \times 65) = 30.3 \text{ cm}$	
実 施	D22 @ 100	
	$a_t = 38.7$	
	$\varphi = 70.0$	

(6) 基礎版の設計

鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説13条および付10により算定する。

$$M = \lambda w l_x^2 \quad \lambda = l_y / l_x$$

l_x ; 短辺有効スパン

l_y ; 長辺有効スパン

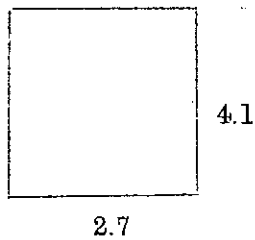
$$b = \frac{1.92 a_t d}{M}$$

b ; 必要鉄筋間隔 (cm)

a_t ; 使用鉄筋1本の断面積 (cm²)

d ; 有効せい (cm)

F S₂



$$D ; 50 \text{ cm} \quad d ; 45 \text{ cm} \quad j ; 39.5 \text{ cm}$$

(注1)

$$W = 18.9 \times 1.2 - 0.5 \times 2.4 = 19.6$$

(自重)

(注1) 局部集中を考慮して10%増す

$$\lambda = l_y / l_x = 1.52$$

$$M_{x1} = 0.071 \times 19.6 \times 2.7^2 = 10.3 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$M_{x2} = 0.047 \times 19.6 \times 2.7^2 = 6.8 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$Q = 0.53 \times 19.6 \times 2.7 = 28.2 \text{ t}$$

端部 (両方向共)

所 要

$$D19 \text{ を使用すれば必要間隔 } b = \frac{1.92 a t d}{M_{x1}} = 24.3 \text{ cm}$$

$$\varphi = 28200 / (21 \times 39.5) = 33.7 \text{ cm}$$

実 施 D19 @150

$$\varphi = 40$$

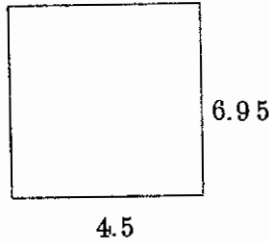
中央 (両方向共)

所 要

$$D16, D19 \text{ を使用すれば } b = \frac{1.92 a t d}{M_{x2}} = 30.7 \text{ cm}$$

実 施 D16, D19 @150

FS.



$$D; 100 \text{ cm} \quad d; 95 \text{ cm} \quad j; 83 \text{ cm}$$

$$W = 28 \times 1.1 - 1.0 \times 2.4 = 28.4$$

$$\lambda = 1.55$$

$$M_{x1} = 0.073 \times 28.4 \times 4.5^2 = 42.0 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$M_{x2} = 0.048 \times 28.4 \times 4.5^2 = 27.6 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$M_{y1} = 0.042 \times 28.4 \times 4.5^2 = 24.1 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$M_{y2} = 0.028 \times 28.4 \times 4.5^2 = 16.2 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$Q_{x1} = 0.53 \times 28.4 \times 4.5 = 66.5 \text{ t}$$

$$Q_{y1} = 0.47 \times 28.4 \times 4.5 = 60.0 \text{ t}$$

短辺方向

端部 所要 $D19 \text{ を使用すれば } b = \frac{1.92 a t d}{M_{x1}} = 12.5 \text{ cm}$

$$\varphi = 66500 / (21 \times 83) = 38.3 \text{ cm}$$

実施 D19 @120

$$\varphi = 50$$

中央 所要 $D16 \text{ を使用すれば } b = \frac{1.92 a t d}{M_{x2}} = 13.2 \text{ cm}$

実施 D16 @120

長辺方向

端部 所要 $D16, 19 \text{ を使用すれば } b = \frac{1.92 a t d}{M_{y1}} = 18.4$

$$\varphi = 60000 / (21 \times 83) = 34.4$$

実施 D16, 19 @150

$$\phi = 36.6$$

央中 所要 D16 を使用すれば $b = \frac{1.92 a t d}{M_y} = 2.23$

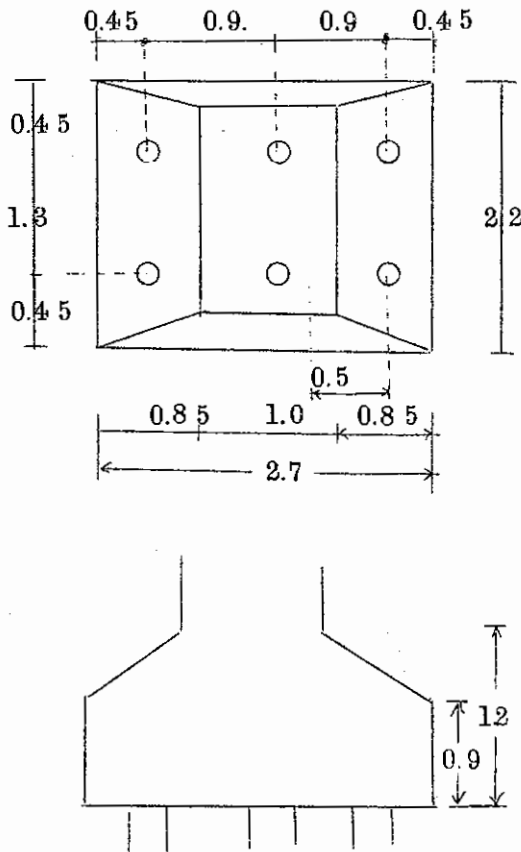
実施 D16 @150

鉄筋比の最も不利なのは FS, 長辺方向で合計 8 - D19, 36 - D16 である。

$$\text{鉄筋比 } P_t = (8 \times 2.87 + 36 \times 1.99) / (100 \times 450) = 0.21\% > 0.2\%$$

(7) 独立基礎の設計

F₄ (C₁ 柱下)



← 方向により決定

くい反力 50 t で設計

$$Q = 2.0 \times 50.0 = 100 \text{ t}$$

$$M = 100 \times 0.5 = 50 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$D = 120 \text{ cm} \quad j = 96 \text{ cm}$$

所要

$$a t = 5000 / (2.2 \times 96)$$

$$= 23.7 \text{ cm}^2$$

$$\phi = 100000 / (21 \times 96)$$

$$= 49.5 \text{ cm}$$

実施 10 - D19

$$a t = 28.7 \text{ cm}^2$$

$$\phi = 60.0 \text{ cm}$$

せん断の検討

$$Q_A = 220 \times 96 \times 7 = 148 > 100 \text{ t}$$

↑ 方向配筋 6 - D13 とする。

(8) 排気筒の設計

風荷重により決定する。

建築基準法施行令第87条の規定により

$$P = C \cdot q \text{ (t / m}^2 \text{)}$$

風力係数 C の値 $C = 0.7$

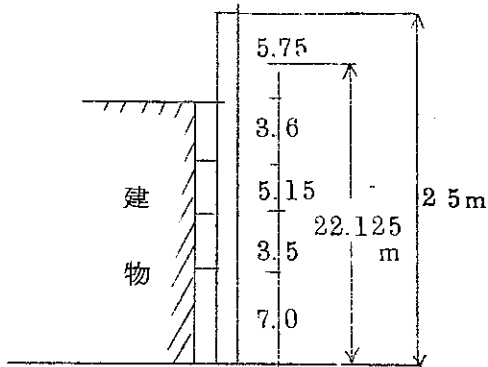
速度圧 q の値 $q = 60 \sqrt{h}$
 $= 60 \sqrt{2.2} = 282 \text{ Kg / m}^2$

曲げ応力の最大部の建物より突出部で設計する。

$$\ell = 5.75 \text{ m}$$

$$W = 0.282 \times 0.7 \times 1.02 = 0.2 \text{ t / m (注1)}$$

$$M = (1/2) \times w \times \ell^2 = 3.6 \text{ t} \cdot \text{m}$$



鋼製 $\phi 1000 \times 10$ を使用

$$A = 317 \text{ cm}^2$$

$$Z = 7930 \text{ cm}^3$$

$$i = 35.7 \text{ cm}$$

$$\sigma / f = \frac{360}{7930} / 2.4 = 0.02 < 1.0$$

(注1) 地震荷重による $w = (15 \times 0.3 \times 0.9) \times 0.0317 \times 7.85 = 0.1 \text{ t / m}$

\therefore 風荷重による $w = 0.2 >$ 地震荷重による $w = 0.1$

3.5 地盤の許容支持力およびくいの許容支持力の算定

(1) 地盤の許容支持力の算定

メンテナンス建物の基礎を支持する地盤の性状については、周辺に於ける先行工事での土質調査は（ボーリング）、掘削時の土質の確認、および、地耐力試験によって検討した。

i) 土質調査（ボーリング）

第1図土質調査（ボーリング）位置に示す位置についての調査による柱状図ならびに標準貫入試験結果について第2図に示す。

ii) 掘削時の土質の確認

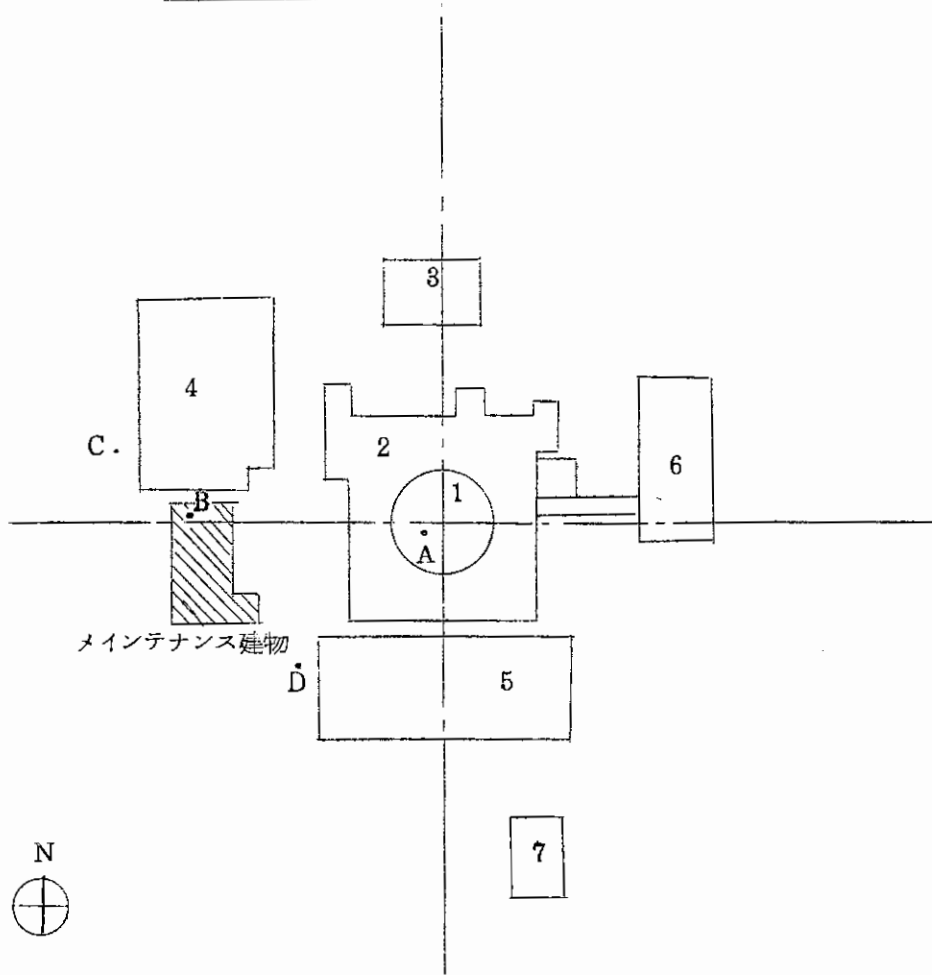
掘削深さは第1図の1,原子炉建物がEL+6,440, 5主令却機建物がEL-18,500, 4.燃集検建物がEL+25,230であり、当該メンテナンス建物はEL-22,300である。先行建物1, 5の掘削時の土質の目視検査ではEL+22,000m~EL+23,000mは土質調査結果と同様の細砂層が存在することが確認されている。

iii) 地耐力試験

第2図に示す地耐力試験による長期許容支持が確認されている。

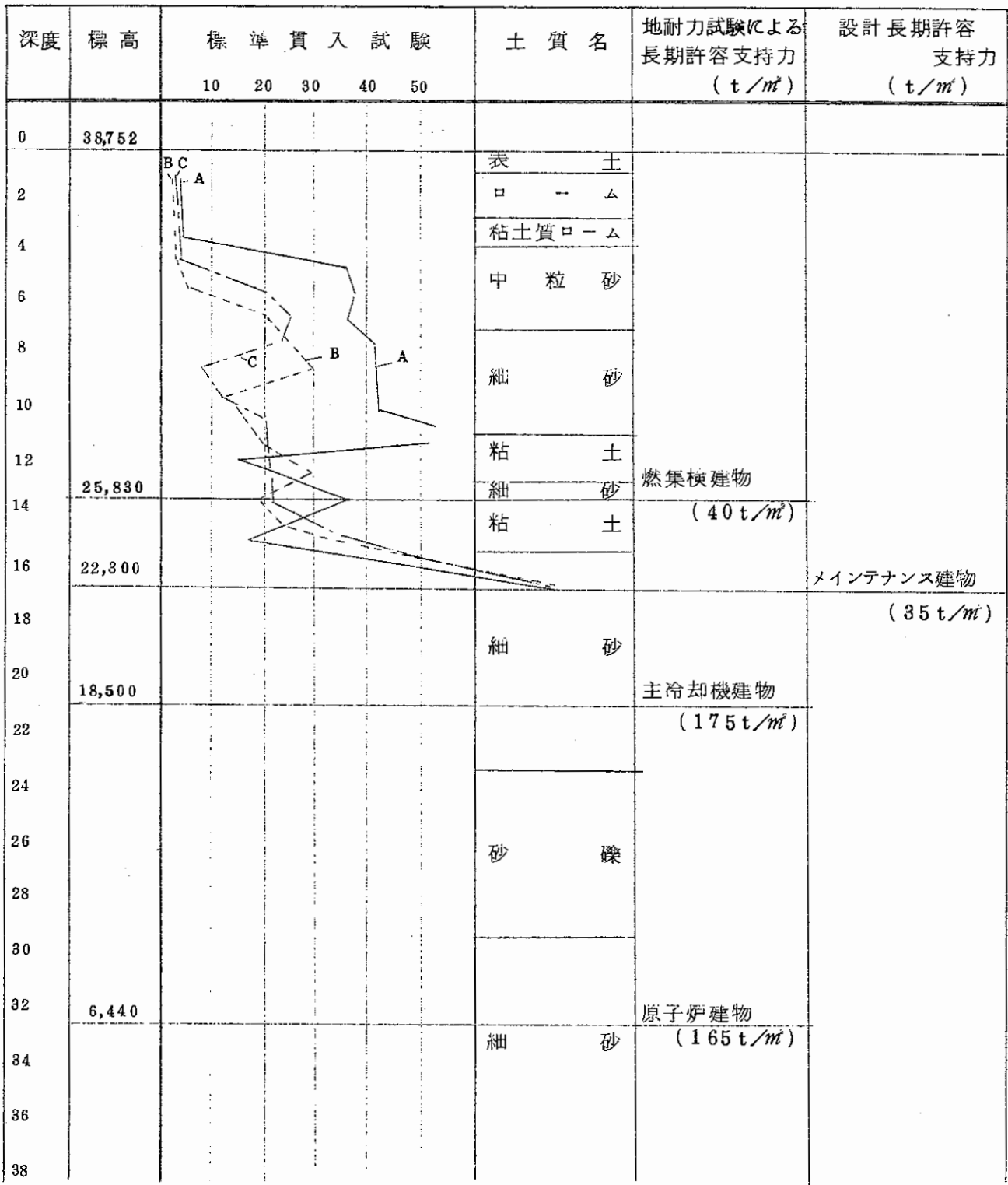
以上の検討により、メンテナンス建物の支持地盤の長期許容支持力を 35 t/m^2 と想定することは安全側であると考えられる。

第1図 土質調査（ボーリング）位置図



- 1. 原子炉建物
- 2. 原子炉付属建物
- 3. 廃棄物処理建物
- 4. 燃集換建物
- 5. 主冷却機建物
- 6. 運転管理建物
- 7. 受電エリア

第2図 土質調査図



A点：——— C点：—— · ——
 B点：- - - - D点：A点とほぼ同じ

(2) くいの許容支持力の算定

$$R_u = 4.3 N A_p + \bar{N} A_s / 6$$

$$R_a = \frac{1}{3} R_u$$

ただし R_u : くいの極限支持力 (t / 本)

R_a : くいの許容支持力 (t / 本)

A_p : くいの先端面積 (m^2)

A_s : 支持層に貫入した部分のくいの周表面面積 (m^2)

N : くい先端地盤の N 値

\bar{N} : くいの支持層中の貫入深さに対する平均の N 値

$$\text{ここに } A_p : 0.175 \times 0.175 \times 3.14 = 0.096 m^2$$

$$A_s : 1 m - 0.35 \times 1.2 = 0.58 m$$

$$0.58 \times 3.14 \times 0.35 = 0.636 m^2$$

$$N : 7.5$$

$$\bar{N} : 7.5$$

$$R_u = 4.3 \times 7.5 \times 0.096 + 7.5 \times 0.636 / 6$$

$$= 310 + 79.5$$

$$= 317.95 \text{ t / 本}$$

$$R_a = \frac{1}{3} \times 317.95$$

$$= 106 \text{ t / 本} > 50 \text{ t / 本}$$

4. 不同沈下に対する検討

日本建築学会「建築基礎構造設計基準・同解説」の第18条, 第22条解説によれば, 砂地盤の場合は, 沈下量はひじょうに小さく, その沈下を無視し, 砂地盤は圧縮されないものであると仮定することが実用上はゆるされている。また日本建築学会「鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説」第21条解説によれば不同沈下に対する定量的な検討は適確な方法がなく, 概念的には建物の剛性を高めることによりそれを避けるのが有力な方法であるとされている。

メンテナンス建物ではその支持地盤を同一層の砂地盤とするため, 地下部分の陥高の違う部分については, くい基礎による支持方法を併用した。

また, 支持方法の違いによって懸念される不同沈下については基礎ばりのはりせいを十分にとつて剛性を高めている。

そこで, 不同沈下による基礎ばりへの影響を検討してみると下記のようになる。

○ベタ基礎部の負担する荷重……………19.6 t/m²……………①

荷 重 ……………51170 t

負担する面積 ……………261 m²

○くい基礎部の負担する荷重……………43.8 t/m²……………②

荷 重 ……………11276 t

負担する面積 ……………257 m²

①<②によりくい基礎部の沈下が先行すると考えられるのでくい基礎部の荷重をベタ基礎部で負担するものとして検討する。

(1) 地盤の許容支持力の検討

荷 重 ……………51170 + 11276 = 62446 t

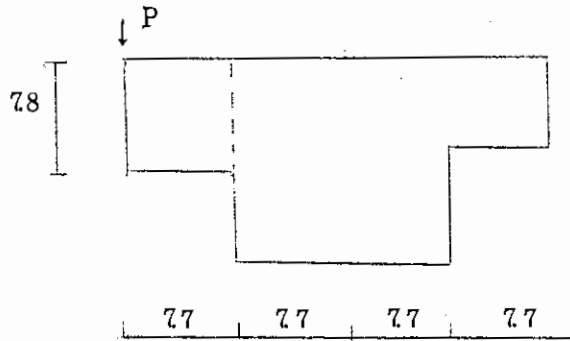
負担する面積 ……………261.0 m²

単位面積当り荷重 ……62446 / 261.0 = 23.9 < 35.0

(2) 基礎ばりの検討

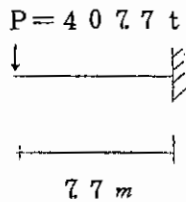
荷重状態が最も不利となる。㉔通りの①~②間の基礎ばりについて検討する。

i) 荷重状態



$$P = 260.2 + 71.5 + 173.2 \times \frac{75}{17} = 4077 \text{ t}$$

ii) 応力



$$Q_{\max} = 4077 \text{ t}$$

$$M_{\max} = 4077 \times 7.7 = 313.0 \text{ tm}$$

iii) 断面算定

基礎ばりの断面は：50 cm × 780 cmとする。

せん断に対する検討

$$Q_A = bj \{ \alpha f_s + 0.5 w f t (P_w - 0.002) \}$$

ただし

$$\alpha = \frac{4}{\frac{M}{Qb} + 1} \text{ かつ } 1 \leq \alpha \leq 2$$

b : はりの幅, T形ばりの場合はウェブの幅

j : はりの応力中心距離で $(7/8)d$ とすることができる。

d : はりの有効性

P_m : あばら筋比

$$P_w = a_w / b x$$

a_w : 1組のあばら筋断面積

x : あばら筋間隔

- f_s : コンクリートの許容せん断応力度
 wft : あばら筋のせん断補強用許容引張応力度
 α : はいのせん断スパン比 M/Qd による割増し係数
 M : 設計するはいの最大曲げモーメント
 Q : 設計する最大せん断力

ここに $b = 50 \text{ cm}$
 $j = \frac{7}{8} \times 720 = 630 \text{ cm}$
 $d = 720 \text{ cm}$
 $f_s = 7$
 P_m
 wft 0 と仮定する

$$\alpha = \frac{4}{\frac{313000}{407.7 \times 720}} = 1.94$$

$$Q_A = 50 \times 630 \{ 1.94 \times 7 + 0.5 \times 0 (0 - 0.002) \} = 427 \text{ t} > 407.7 \text{ t}$$

曲げモーメントに対する検討

$$\begin{aligned}
 M &= 3130 \text{ tm} \\
 C &= \frac{M}{bd^2} = \frac{3130 \times 10^5}{50 \times 720^2} \\
 &= \frac{3130 \times 10^5}{259 \times 10^5} \\
 &= 1.21 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

$\gamma = 0.5$ と仮定すれば

$$\begin{aligned}
 P_t &= 0.61 \% \\
 a_t &= P_t \times b \times d \\
 &= 0.0061 \times 50 \times 720 \\
 &= 220 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

上記により D32 - 24本 (190 cm²)
 D16 - 16本 (318 cm²)

添付書類②

メンテナンス建物の遮蔽計算書

目 次

1 緒 言	1
2 遮蔽設計条件	1
2.1 管理区域内の設計線量率および設計目標値	1
2.2 領域区分	1
3 解析条件	2
3.1 線源条件	2
3.2 線源形状	3
3.3 線源配置	4
4 解析方法および結果	5
4.1 ポンプ洗浄室まわりの線量率	5
4.2 高レベル機器洗浄室まわりの線量率	7
4.3 高レベル機器洗浄室上部の線量率	10
4.4 廃棄物貯蔵庫まわりの線量率	14
4.5 廃棄物貯蔵庫上部の線量率	17
5 評 価	20

1 緒 言

本計算書は、高速実験炉「常陽」のメンテナンス建物に関する放射線遮蔽について検討した結果を示すものである。

2 遮蔽設計条件

2.1 管理区域内の設計線量率および設計目標値

- A 区 域； 職員が常時自由に立入でき作業が行なえる場所 2mrem/hr 以下
- B 区 域； 常時作業する場所ではないが時間を制限して定期的に立入ることのある場所 8mrem/hr 以下
- C 区 域； 事故，故障および修理以外には立入らない場所 32mrem/hr 以下
- D 区 域； 立入らないと考えられる場所 32mrem/hr 以上

設計においては、許容値の1/10の線量率にすることを目標とする。

2.2 領域区分

場 所	状 態	基 準
メンテナンス室	ナトリウム洗浄時および誘導放射化機器取扱時	B
洗浄設備室	誘導放射化機器取扱時	B
廃液タンク室	、	B (C) (注1)
排風機室	、	B
洗 浄 室	ナトリウム洗浄時	D

(注1) 廃液タンク内に1次冷却材Na 洗浄廃液が貯蔵されている時廃液タンク表面付近でC区域となる。

3 解析条件

1次冷却材Naの付着した被洗浄体をポンプ洗浄槽に装荷した際の洗浄設備室の線量率を評価する。

さらに、制御棒(CRD)下部案内管を高レベル機器洗浄槽へ洗浄のため装荷した時の洗浄室周りの線量率および廃棄物貯蔵庫に貯蔵した時の貯蔵庫周りの線量率を検討する。

3.1 線源条件

一次冷却材の γ 線源強度は、14日冷却の値として次表の通り

ナトリウム中の放射能強度

(1) ナトリウムの誘導放射能によるもの		
エネルギー (MeV)	炉運転中の 線源強度 ($r/cm^2 \cdot sec$)	炉停止14日後の 線源強度 ($r/cm^2 \cdot sec$)
1.5	2.50×10^3	1.40×10^4
2.0	2.50×10^3	5.00×10^1
(2) ナトリウム中の核分裂生成物の放射能によるもの		
エネルギー (MeV)	炉運転中の 線源強度 ($r/cm^2 \cdot sec$)	炉停止14日後の 線源強度 ($r/cm^2 \cdot sec$)
0.1	1.9×10^5	8.38×10^4
0.2	1.1×10^5	8.30×10^3
0.5	2.0×10^4	4.61×10^5
0.8	5.8×10^6	3.38×10^5
1.0	7.4×10^5	1.65×10^2
1.5	2.6×10^4	3.00×10^3
2.0	9.4×10^5	0

制御棒(CRD)下部案内管の誘導放射能は次表の通りである。

γ 線エネルギー (MeV)	強度 ($r/sec \cdot 本$)
1.4	3.7×10^{15} (注1)

(注1) 制御棒(CRD)下部案内管の誘導放射能 5×10^4 Ci に相当

ポンプ洗浄室にもちこまれる被洗浄体のうち一次冷却材の付着量をもっとも多いのは主循環ポンプであり、その推定付着量は2kg程度である。これに対し3倍の余裕を見て6kgの一次冷却材を線源として、線量率を算出する。

3.2 線源形状

線源の自己吸収、被洗浄体遮蔽効果を見捨てる。

被洗浄体が1次主循環ポンプの場合、点線源および線線源に近似し、この2ケースにつき計算する。

被洗浄体が、制御棒(CRD)下部案内管の場合は、線線源に近似し、室囲りの壁を遮蔽体として考慮する。

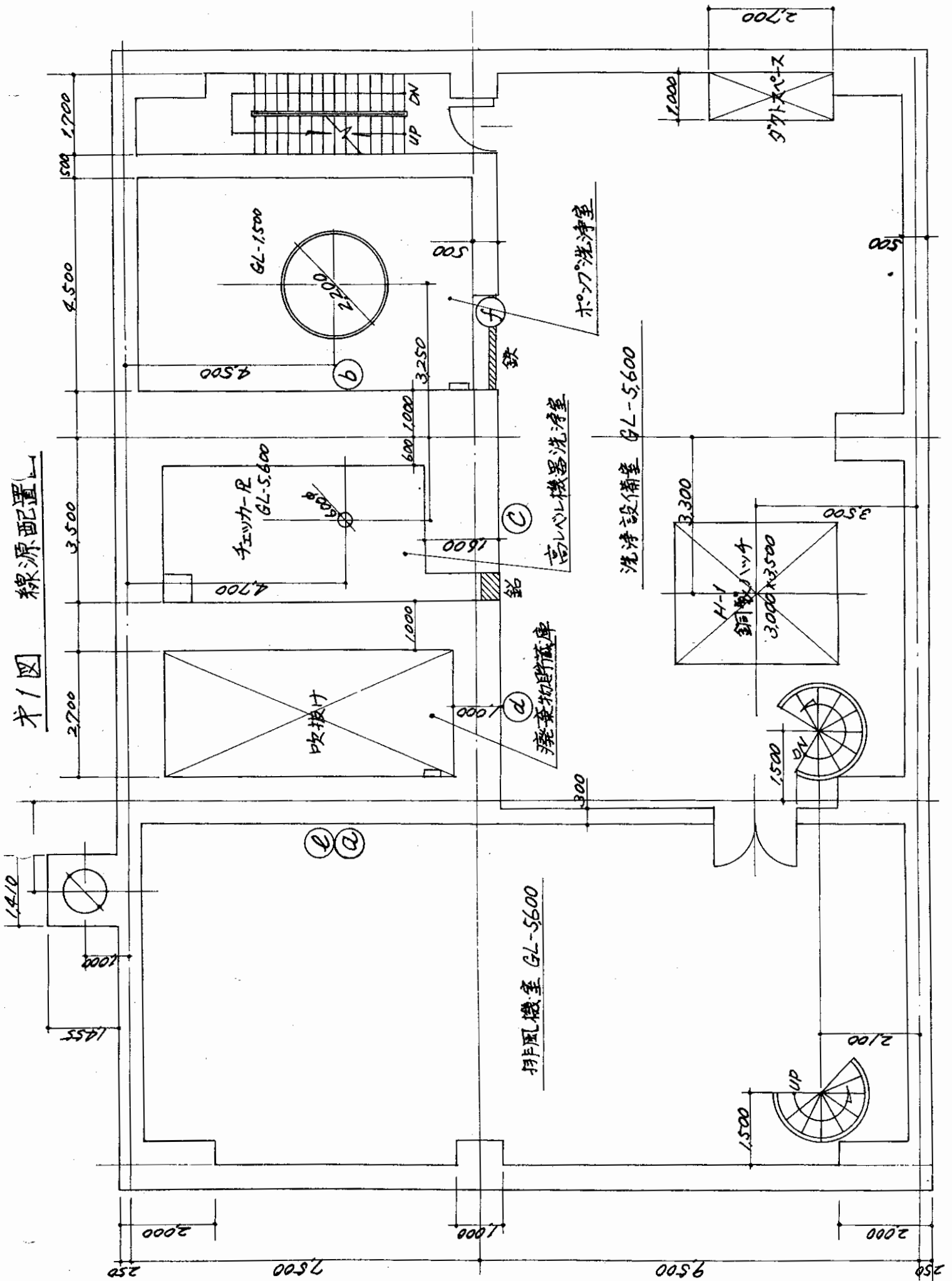
主循環ポンプ $200\text{mm}\phi \times 1000\text{L}$ (表面付着)

制御棒下部案内管 $85\text{mm}\phi \times 2800\text{L}$

3.3 線源配置

メンテナンス建物遮蔽計算上の線源の配置を第1図に示す。

才1図 線源配置



4 解析方法および結果

4.1 ボンプ洗浄室囲りの線量率

計算式は次に示す通りである。

$$D = \sum_i^n \frac{K_i S_i}{4\pi X^2} \quad (\text{mrem/hr}) \quad (\text{点線源})$$

ここで

- D ; 線量率 $[\text{mrem/hr}]$
 K_i ; 線束・線量率変換係数 $[(\text{mrem/hr})/(r/\text{cm}^2 \cdot \text{sec})]$ (E=1.4MeV)
 S_i ; 点線源強度 $[r/\text{sec}]$
 X ; 線源から計算点までの距離 $[\text{cm}]$

遮蔽体として100mm厚の鉄板を考慮し計算した結果は次のとおりである。

$$D = 1.28 \times 10^4 \times \frac{1}{X^2}$$

XとDの関係を第2図に示す。

線線源に近似した場合

$$D = \sum_i^n \frac{K_i S_i}{4\pi X} \tan^{-1} \frac{\ell}{X} \quad (\text{mrem/hr})$$

ここで

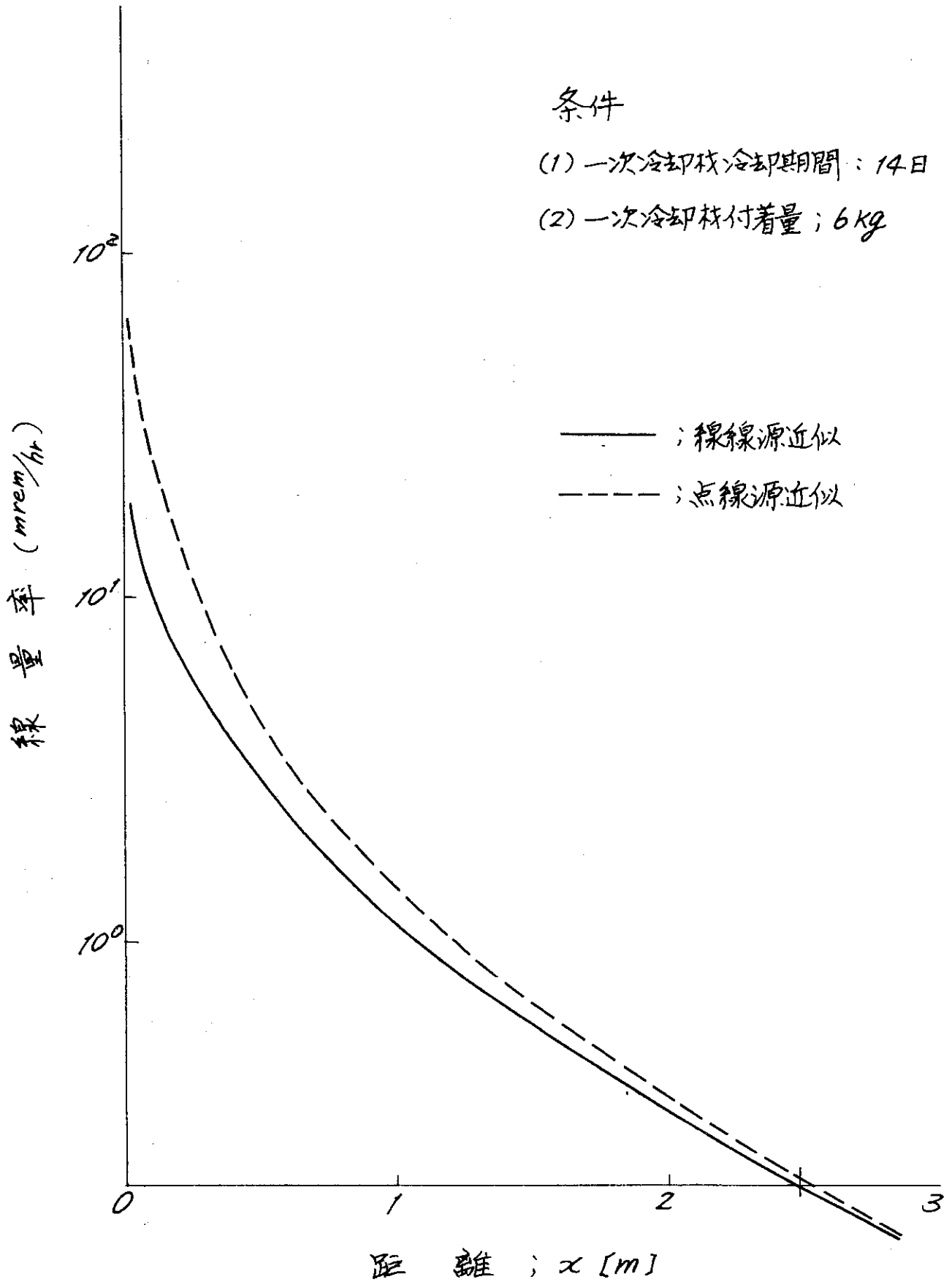
- D ; 線量率 $[\text{mrem/hr}]$
 K_i ; 線束・線量率変換係数 $[(\text{mrem/hr})/r/(\text{cm}^2 \cdot \text{sec})]$ (E=1.4MeV)
 S_i ; 線線源強度 $[r/\text{cm} \cdot \text{sec}]$
 X ; 線源から計算点までの距離 $[\text{cm}]$
 ℓ ; 線源長 $[\text{cm}]$

遮蔽体として100mm厚の鉄板を考慮し計算した結果は次のとおりである。

$$D = 1.28 \times 10^2 \frac{\tan^{-1} \left(\frac{100}{X} \right)}{X}$$

XとDの関係を第2図に示す。

図2 主循環ポンプ(一次冷却材付着状態)周りの線量率



4.2 高レベル機器洗浄室囲りの線量率

線源の制御棒下部案内管と建家の配置は第1図に示す通りである。第1図に示す各点の線量率を検討する。

線源を線線源に近似する。計算式は次に示す通りである。

$$D = \frac{K \cdot S \cdot B}{2\pi X} F(\theta, \mu t) \quad [\text{mrem/hr}]$$

ここで

$$D; \quad \text{線量率} \quad [\text{mrem/hr}]$$

$$K; \quad \text{線量率・線束変換係数} \quad [(\text{mrem/hr}) / (\text{r/cm}^2 \cdot \text{sec})]$$

$$S; \quad \text{線線源強度} \quad [\text{r/cm} \cdot \text{sec}]$$

$$B; \quad \text{ビルドアップ係数}$$

$$X; \quad \text{線源から計算点までの距離} \quad [\text{cm}]$$

$$\theta; \quad \text{線源の半分を見込む角}$$

$$\mu; \quad \text{遮蔽体の線吸収係数} \quad [1/\text{cm}]$$

$$t; \quad \text{遮蔽体の厚さ} \quad [\text{cm}]$$

コンクリート厚さと線量率の関係を第3図に示す。

(1) ③点の線量率

$$K = 2.3 \times 10^{-3} [(\text{mrem/hr}) / (\text{r/cm}^2 \cdot \text{sec})] \quad (E=1.4 \text{ Mev})$$

$$S = \frac{3.7 \times 10^{15}}{2.8 \times 10^2} = 1.32 \times 10^{13} \quad [\text{r/cm} \cdot \text{sec}]$$

$$B \doteq 50$$

$$X = 570 \quad [\text{cm}]$$

$$Q = \tan^{-1} \left(\frac{140}{570} \right) \doteq 13.8^\circ$$

$$\mu = 0.121 \quad [1/\text{cm}]$$

$$t = 200 \quad [\text{cm}]$$

$$D = \frac{2.3 \times 10^{-3} \times 1.32 \times 10^{13} \times 50}{2 \times 3.14 \times 570} \times F(13.8^\circ, 24.2) = 3.0 \times 10^{-3} \text{ (mrem/hr)}$$

(2) ⑥点の線量率

$$K = 2.3 \times 10^{-3} \quad [(\text{mrem/hr}) / (r/\text{cm}^2 \cdot \text{sec})] \quad (E=1.4\text{Mev})$$

$$S = 1.32 \times 10^{13} \quad [r/\text{cm} \cdot \text{sec}]$$

$$B \doteq 38$$

$$X = 265 \quad [\text{cm}]$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{140}{265} \right) \doteq 28^\circ$$

$$\mu = 0.121 \quad [1/\text{cm}]$$

$$t = 160 \quad [\text{cm}]$$

$$D = \frac{2.3 \times 10^{-3} \times 1.32 \times 10^{13} \times 20}{2 \times 314 \times 265} \times F(28^\circ, 19.4) = 6.5 \times 10^{-3} (\text{mrem/hr})$$

(3) ③点の線量率

$$K = 2.3 \times 10^{-3} \quad [(\text{mrem/hr}) / (r/\text{cm}^2 \cdot \text{sec})] \quad (E=1.4\text{Mev})$$

$$S = 1.32 \times 10^{13} \quad [r/\text{cm} \cdot \text{sec}]$$

$$B \doteq 38$$

$$X \doteq 361 \quad [\text{cm}]$$

$$\theta \doteq \tan^{-1} \left(\frac{140}{361} \right) \doteq 21^\circ$$

$$\mu = 0.121 \quad [1/\text{cm}]$$

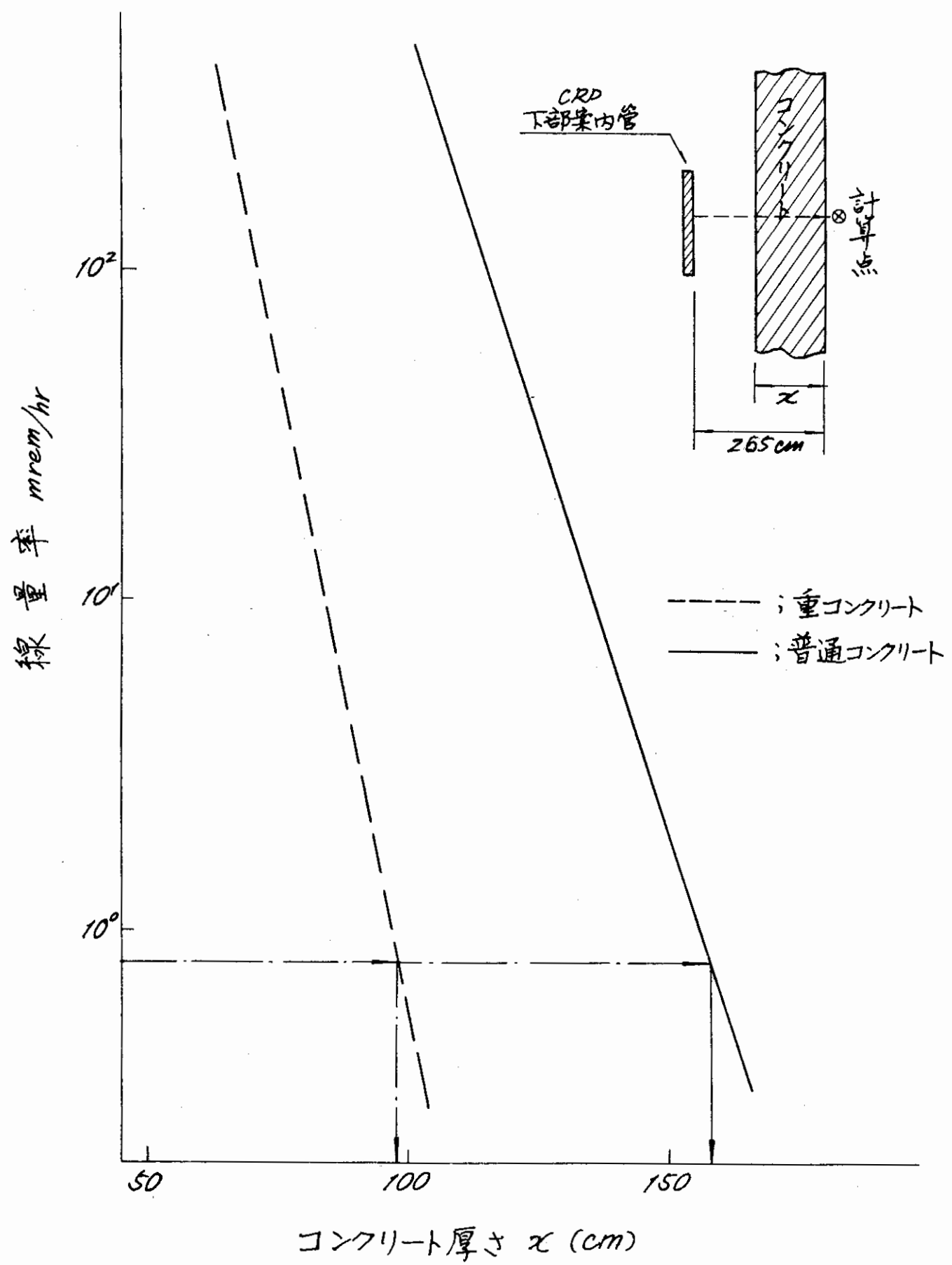
$$t = 160 \quad [\text{cm}]$$

$$D = \frac{2.3 \times 10^{-3} \times 1.32 \times 10^{13} \times 38}{2 \times 314 \times 361} \times F(21^\circ, 19.4) = 4.4 \times 10^{-3} (\text{mrem/hr})$$

結果

各点において、B領域の設計目標値(0.8mrem/hr)以下におさえるためには、重コンクリートで100cm、普通コンクリートで160cm必要である。

第3図 遮蔽コンクリート厚さと線量率の関係



4.3 高レベル機器洗浄室上部の線量率

洗浄槽内のCRD下部案内管を挿入した時、ドアバルブ周辺の線量率を求める。計算形状を第4図に示す。

計算式は次の通りである。

$$D = \frac{K \cdot S \cdot B}{4\pi X} [F(\theta_2, \mu_1 t_1 + \mu_2 t_2) - F(\theta_1, \mu_1 t_1 + \mu_2 t_2)] \text{ (mrem/hr)}$$

ここで

D ; 線量率 [mrem/hr]

K ; 線量率・縛束変換係数 [(nrem/hr)/(r/cm²·sec)]

S ; 線源強度 [r/cm·sec]

B ; ビルドアップ係数(乗除法)

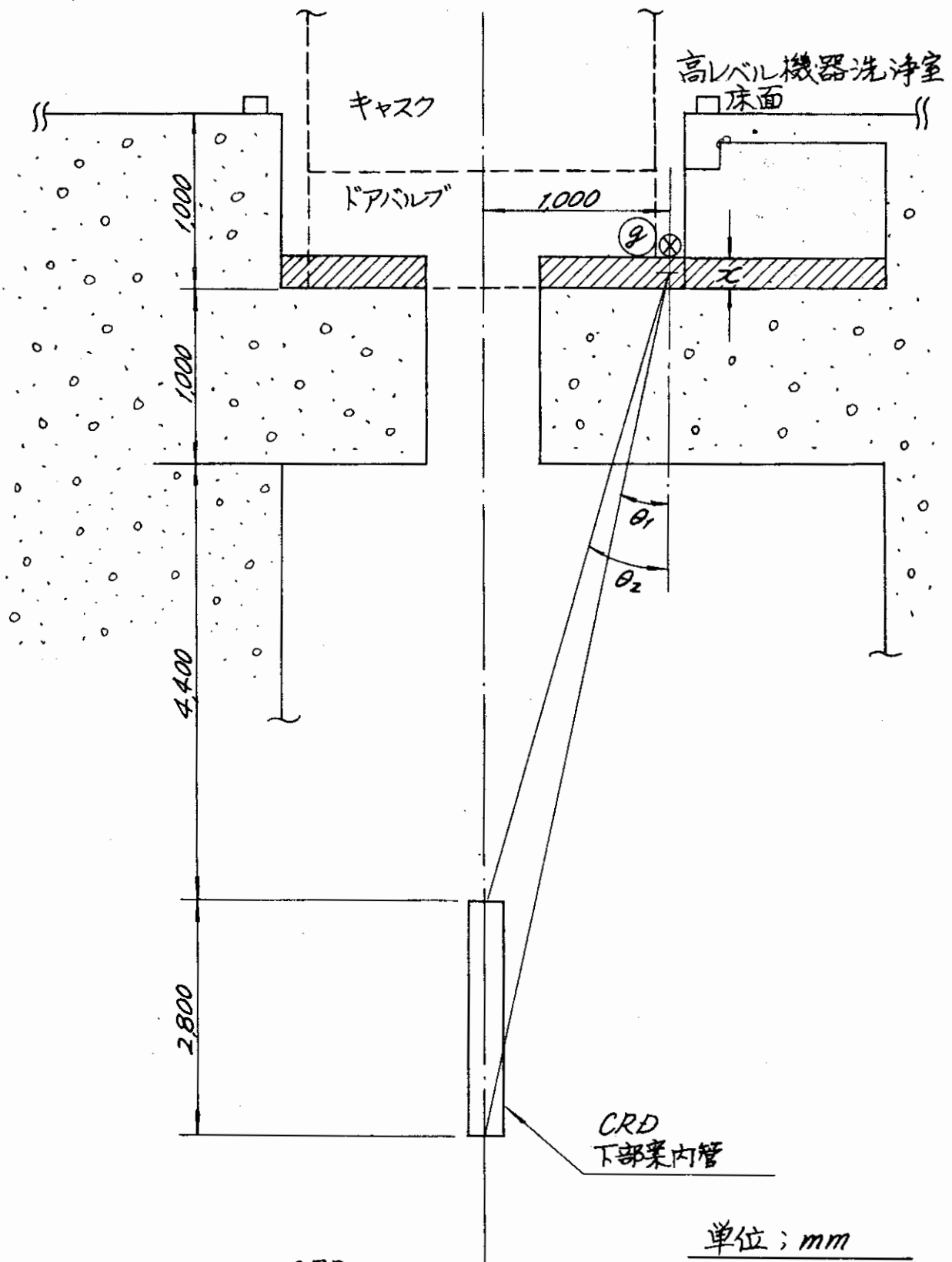
X ; 線源から計算点までの距離 [cm]

θ ; 線源を見込む角 (図4参照)

μ₁, μ₂ ; 普通コンクリート, および鉛の線吸収係数。 [cm⁻¹]

t₁, t₂ ; 普通コンクリート, および鉛の厚さ。 [cm]

普通コンクリート厚さを一定(100cm)としたときの、鉛追加遮蔽厚さと線量率の関係を第5図に示す。



CRD
 第4図 下部案内管線量率評価
 計算形状

⊗; 計算点

(1) 計 算

$$K = 2.3 \times 10^{-3} \quad [(\text{mrem/hr}) / (r/\text{cm}^2 \cdot \text{sec})]$$

$$S = 1.32 \times 10^{13} \quad [r/\text{cm} \cdot \text{sec}]$$

$$\mu_1 = 0.121 \quad [1/\text{cm}] \quad (E=1.4\text{MeV})$$

$$t_1 = 100 \quad [\text{cm}]$$

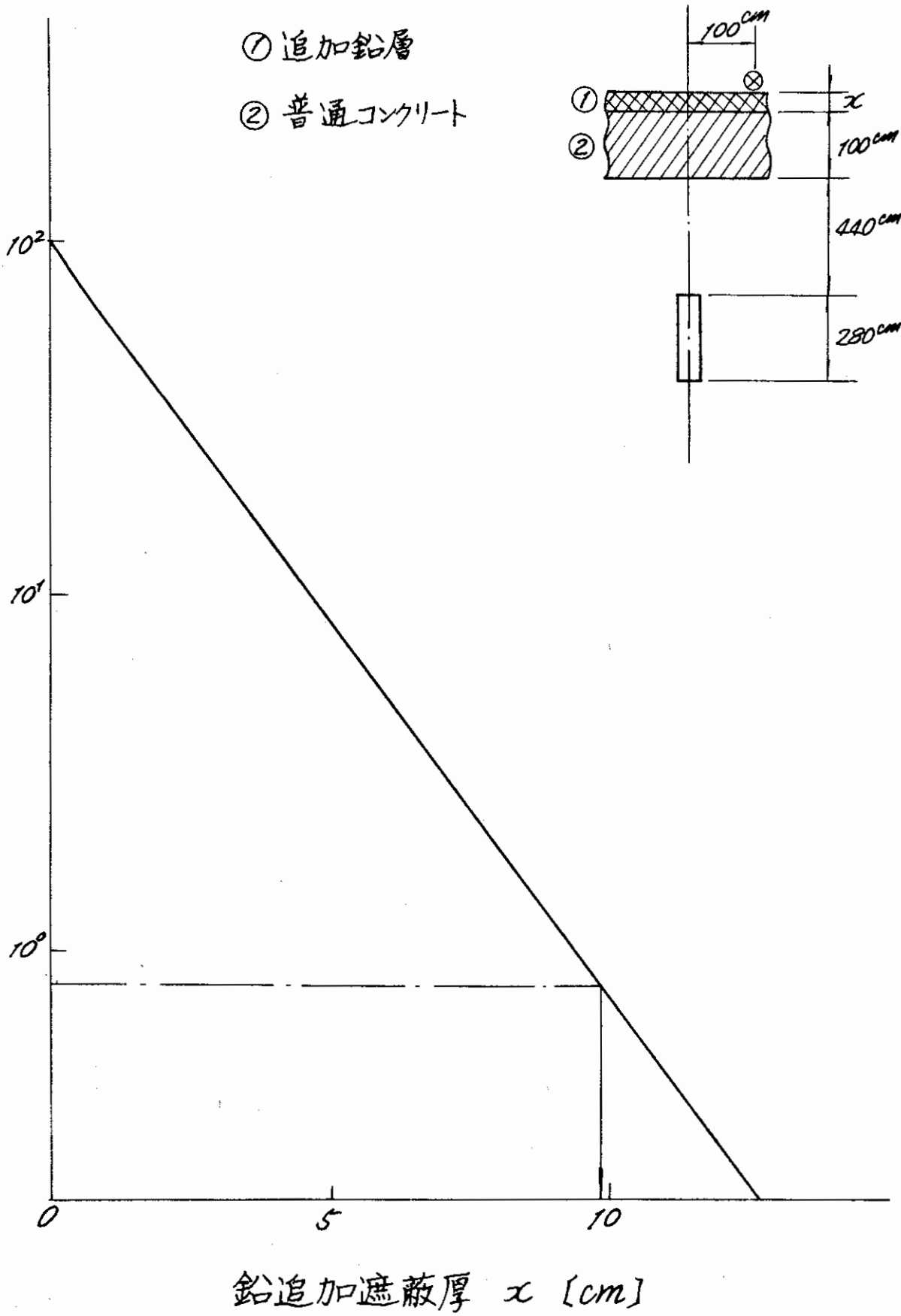
$$\mu_2 = 0.6 \quad [1/\text{cm}] \quad (E=1.4\text{MeV})$$

として, t_2 を変数として計算する。

(2) 計算結果

図-5に示す通り, 鉛追加遮蔽体10cmを設けると, B領域の設計目標値0.8 mrem/hr以下におさまる。

第5図 鉛追加遮蔽厚さと線量率の関係



4.4 廃棄物貯蔵庫まわりの線量率

廃棄物貯蔵庫内に制御棒下部案内管を貯蔵した場合の隣接する排風機室（B領域）および洗浄設備室（B領域）の線量率を検討する。

線源は、自己吸収を無視して線源に近似し、最大6本が貯蔵される場合を考え、評価点から最近接のものにつき検討し、残り5本の寄与はこれに同等であるとして評価する。計算形状は第6図に示す通りである。

計算式は次の通りである。

$$D = \frac{K \cdot S \cdot B}{2\pi X} F(\theta_1, \mu_1 t_1 + \mu_2 t_2)$$

ここで

D ; 線量率 [mrem/hr]

K ; 線量率・線束変換係数 [(mrem/hr)/(r/cm²・sec)]

S ; 線源強度 [r/cm・sec]

B ; ビルドアップ係数 (B=B₁ × B₂)

B₁ ; 水層のビルドアップ係数

B₂ ; 普通コンクリート層のビルドアップ係数

X ; 線源から計算点までの距離 [cm]

θ ; 線源の半分を見込む角

μ₁ μ₂ ; 水および普通コンクリートの線吸収係数 [1/cm]

t₁ t₂ ; 水および普通コンクリート層の厚さ [cm]

F(θ₁, μ₁ t₁ + μ₂ t₂) ; 正割積分

(1) ④点および⑤点の線量率の算出

最短距離1本からの影響分は次の通りである。

$$K = 2.8 \times 10^{-3} \text{ [(mrem/hr)/(r/cm}^2 \cdot \text{sec)] (E=1.4 Mev)}$$

$$S = 1.82 \times 10^{13} \text{ [r/cm} \cdot \text{sec]}$$

$$X = 300 \text{ cm}$$

$$\theta = 25^\circ$$

$$\mu_1 = 0.0601 \text{ [1/cm]}$$

$$t_1 = 200 \text{ [cm]}$$

$$\mu_2 = 0.121 \text{ [1/cm]}$$

$$t_2 = 100 \text{ [cm]}$$

$$\mu_1 t_1 + \mu_2 t_2 = 120 + 121 = 241$$

$$B = 23 \times 20 = 460$$

$$F(25^\circ, 241) = 8 \times 10^{-12}$$

$$D = \frac{23 \times 10^{-3} \times 1.22 \times 10^{13} \times 4.6 \times 10^2 \times 8 \times 10^{-12}}{2 \times 314 \times 3 \times 10^2}$$
$$= 5.93 \times 10^{-2} \quad (\text{mrem/hr})$$

他の5本からの影響を同等に考えると総線量率は

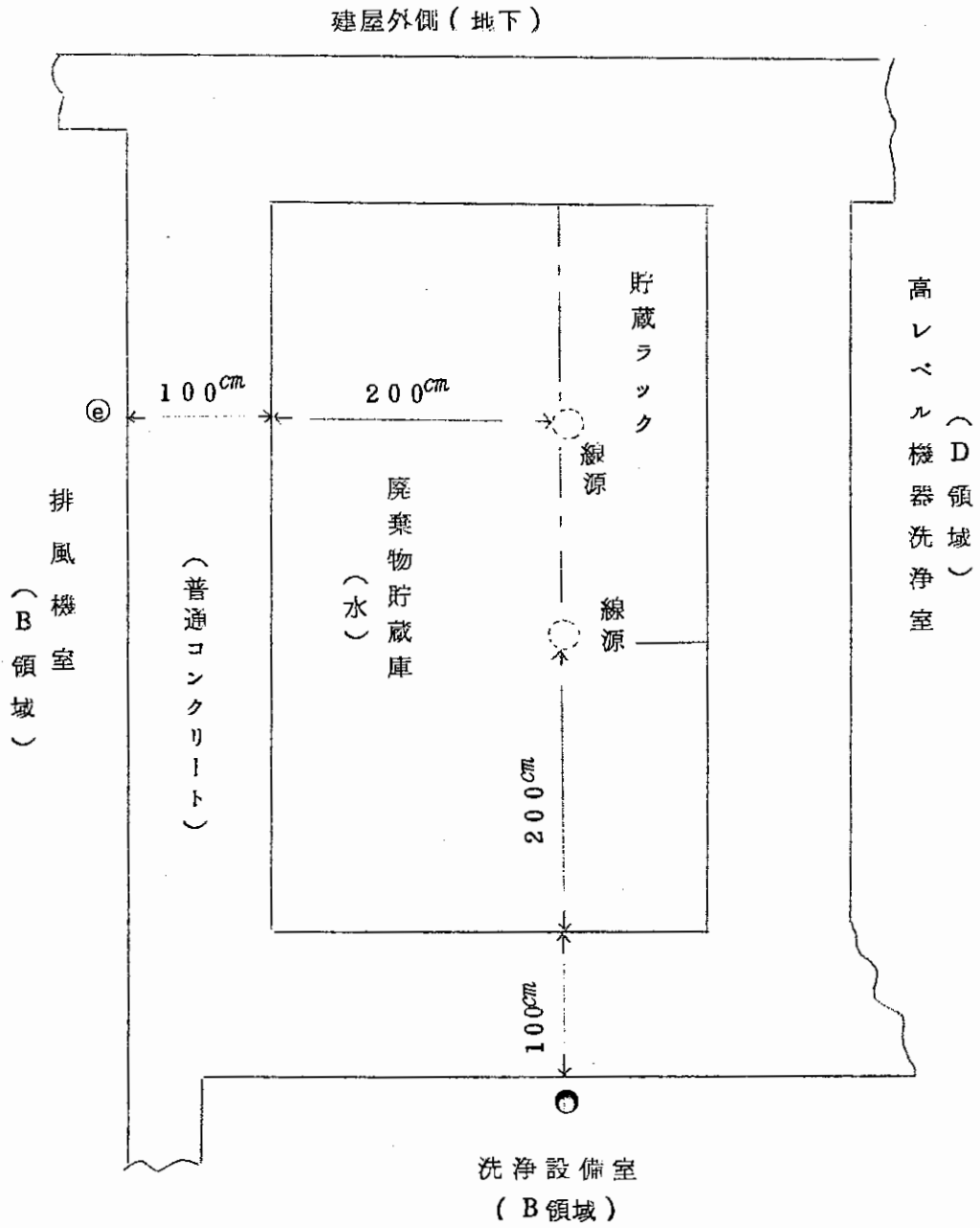
$$5.93 \times 10^{-2} \times 6 = 3.56 \times 10^{-1} \quad (\text{mrem/hr})$$

(2) 結果

貯蔵中の制御棒下部案内管6本からの影響を安全側になるよう同等に評価しても

㊸点、㊹点とも0.4 mrem/hr以下になる。

第 6 図 廃棄物貯蔵庫まわりの計算形状



4.5 廃棄物貯蔵庫上部の線量率

廃棄物貯蔵庫内に制御棒下部案内管を貯蔵した場合貯蔵庫上部の水面上の線量率を検討する。

線源は自己吸収を無視して点線源に近似し、最大6本が貯蔵される場合を考え、評価点から最近接のものにつき検討し、残り5本の寄与はこれに同等であるとして評価する。計算形状は第7図に示す通りである。

計算式は次の通りである。

$$D = \frac{K \cdot S \cdot B}{4\pi X^2} e^{-\mu t}$$

ここで

D; 線量率 [mrem/hr]

K; 線量率・線束変換係数 [(mrem/hr)/(r/cm²・sec)]

S; 点線源強度 [r/sec]

B; ビルドアップ係数

X; 線源から計算点までの距離 [cm]

μ ; 水の線吸収係数 [1/cm]

t; 水層の厚さ [cm]

(1) ①点の線量率の算出

最短距離1本からの寄与分は次の通りである。

$$S = 3.7 \times 10^{15} \text{ [r/sec]}$$

$$X = 500 \text{ [cm]}$$

$$K = 2.3 \times 10^{-3} \text{ [(mrem/hr)/(r/cm}^2 \cdot \text{sec)] (E=1.4MeV)}$$

$$\mu = 0.0601 \text{ [1/cm]}$$

$$t = 500 \text{ [cm]}$$

$$\mu t = 30.05 \quad e^{-\mu t} = 8.9 \times 10^{-14}$$

$$B \doteq 110$$

$$D = \frac{2.3 \times 10^{-3} \times 3.7 \times 10^{15} \times 1.1 \times 10^2 \times 8.9 \times 10^{-14}}{4 \times 3.14 \times (5 \times 10^2)^2}$$

$$= 2.66 \times 10^{-5} \text{ (mrem/hr)}$$

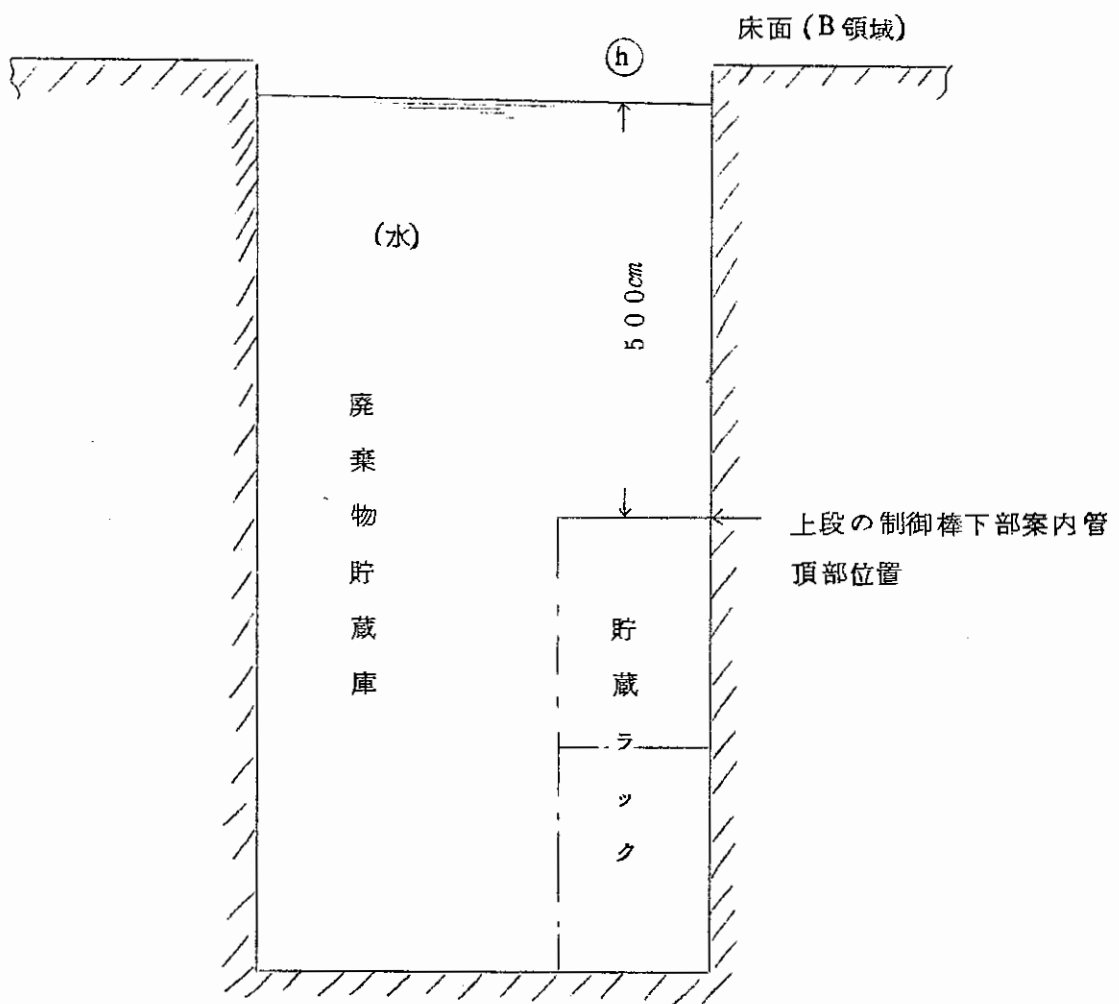
他の5本からの影響を同等に考えると総線量率は

$$2.66 \times 10^{-5} \times 6 = 1.60 \times 10^{-4} \quad (\text{mrem/hr})$$

(2) 結果

貯蔵中の制御棒下部案内管6本からの影響を安全側になるよう同等に評価しても①点において0.001 mrem/hr以下になる。

第7図 廃棄物貯蔵庫上部の計算形状



5 評 価

常陽を構成する機器のメンテナンス作業に予想される種々の遮蔽条件に対して、計算結果は第1表に示す通りであり、メンテナンス建物の遮蔽条件は設計目標値を満足している。

評 価 点	状 態	基 準	計 算 結 果
ポンプ洗浄室周囲 (①)	Na 洗浄時	B 区域	6 kgのNa が付着している機器のNa 洗浄時周囲評価点における線量率は0.2 mrem/hrで設計目標値(区分: B 0.8 mrem/hr)を満足している。
高レベル機器洗浄室周囲 (② ③ ④)	制御棒(CRD) 下部案内管 装荷時	B 区域	誘導放射化した下部案内管を高レベル機器洗浄槽に装荷した状態での周囲評価点における線量率は0.65 mrem/hrで設計目標値(区分: B 0.8 mrem/hr)を満足している。
高レベル機器洗浄室上部 (⑤)	"	B 区域	上記の同一条件において洗浄室上部(メンテナンス室床面)における線量率は鉛遮蔽体を10 cm 追加することにより0.75 mrem/hrとなり、設計目標値(区分: B 0.8 mrem/hr)を満足することができる。
廃棄物貯蔵庫周囲および上部 (⑥ ⑦ ⑧)	"	B 区域	下部案内管6本を廃棄物貯蔵庫に装荷した時の貯蔵庫周囲の線量率は最大0.4 mrem/hrとなり、設計目標値(区分: B 0.8 mrem/hr)を満足している。