

## 建築部門の動向

総務部次長 菅 沼 鉦 吉

### 1 ま え が き

科学技術の進歩、地震、火災等の災害事例等から建築関係諸法（建築基準法、消防法等）が改正され、建築物への社会的要請も複雑多岐になってきている。

当社の建築物は、電気事業のもつ特殊性から発電所を始めとして大型建築物が多く、また地域社会の中にあつて電力供給の公益的な性格をもつ建築物もあり、設計に当っては、耐震、防災、省エネ、環境調和等、多面にわたって幅広い内容の検討が要求される。

これらの要求に応えるために、当社建築部門は、新技術の導入、開発に積極的に取り組んでいるが、以下に建築各部門（総務、火力、原子力）の行なっている現況を報告する。

### 2 総 務 部 門

#### (1) 構造関係

当社管内には静岡県を主として昭和51年秋東海大地震説を契機として地震防災対策強化地域の指定があり、この地域内においては大きな震度となることも想定されるため、建築物の耐震設計や既存建築物の耐震診断を重要な項目として検討を行なっている。

当社の建築物の中には、屋上に大規模通信鉄塔を有する建築物があるが、設計に当っては、鉄塔の振動が建築物に及ぼす影響に関し、強風時の解析および地震時の振動解析を行なっている。

これら一連の設計手法を確認するため、津地方制御所（地上5階建、塔体74m（地上高100m））をモデルにとり「地盤—建屋—鉄塔」連成系（以下連成系という）の振動性状を把握するため次の実験を行なった。

- ア 基礎模型の起振器振動実験
- イ 建屋の起振機振動の実験
- ウ 建屋—鉄塔系の起振機振動実験
- エ 鉄塔自由振動実験

これらの諸実験結果から、地盤、建屋、鉄塔およびそれら連成系の振動特性はかなりの部分が明

らかになった。さらに研究を進めるために地震観測を実施中である。

#### (2) 防災関係

建築物の大規模化、複雑化が進むとともに、火災等の災害時における建築物内の人命の安全を確保することがますます重要となってきた。

当社建築物の防災対策のうちハードな面での防災施設等については、建築基準法、消防法等を遵守することはもとより、これら法規の水準を上回る内容で実施している。また、ソフトな面にあつては、社内の防火規定等により管理体制が整備され、全般的にみて相当高度なレベルにある。防火、避難等を考える場合の重要な点はいくつかあげられるが、当社における実例をまじえて紹介する。

##### ア 建築空間をわかりやすくする

我々が日常生活を営んでいくうえでのわかりやすい建築空間をつくることは、災害時に巻き起こされる複雑な人間行動の原因を排除することになり、安全設計上の大きなポイントである。

当社建築物にあつては、できるだけわかりやすい建築空間とするように配慮しているが、特に地階に居室を有する事務所等では、災害時にどこへ逃げれば一番安全かという空間的な表示（避難誘導標識、非常用照明の設置等）を適確に配置している。

##### イ 階段等の縦穴区画を適切に行なう

煙が建築物の階段や吹抜け等の縦穴を通じて上階へ伝達することを防ぐことは、防災上きわめて重要であり、特に避難経路となる階段への煙の流入は、絶対に避けなければならない。

当社の事務所、独身寮等で3階以上に居室を有するような場合には、階段、吹抜け、シャフト等の縦穴区画を完全に実施している。

##### ウ 公共の防災機構の実態をよく知る

公共の防災機構の実態に対応した避難対策を十分配慮すべきである。当社の憩の家等にあつては、敷地内通路・空地と公道との関係適正化等の対策を重視し設計している。

### (3) 建物と省エネルギー

二度にわたる石油の大幅な値上げ、産油諸国の政状不安定や先行き枯渇必至感による供給不安等から、国を挙げて省エネルギーや代替エネルギーの開発が進められている。当社では、当時計画中の岡崎ビル（鉄骨鉄筋コンクリート造、地上7階地下1階、延11,402㎡）を「省エネルギーモデルビル」として設計し、昭和54年4月に完工した。設計計画の特徴は、建物と設備を一体として考え、単なる空調設備の効率向上だけにとどまらず、建築計画における要因分析を幅広く検討し、電算機にて年間エネルギー量を予測し、一般事務所ビルと比較して、年間で約40%を軽減できることを明らかにした。そして完工後2カ年にわたる実測調査では、当初設計以上の省エネルギー効果が得られた。

また、近年自然エネルギー開発として太陽熱の利用に大きな期待が集まっており、その利用方法として冷暖房・給湯があるが、当社建築として現時点では、経済的にみて給湯用以外には期待できないと考えている。そこで、小・中規模の太陽熱利用給湯システムで、日射量、集熱量等を実測し、当社建築設備への太陽熱利用のあり方についての方向性を決める考えである。

## 3 火力部門

### (1) 構造関係

火力発電所本館建屋は、蒸気タービン、発電機、天井走行クレーン、その他機器のレイアウトの都合から、3階操作床上部は大空間を要し、2・3階床はタービン台座などによって大開口部があるなど、非常に不規則で特殊な架構となっている。この構造形式は電力会社にほぼ共通であり、今後なお相当数の建設が計画されているため、あらかじめ各電力の共同研究として、二次設計の標準的にかつ簡便な設計手法の開発を行ない、個々の建設に際して設計業務の合理化と建築確認申請手続きに要する期間の短縮および労力などの業務の効率化を計ることを目的とし、実験、解析を日

本建築センターに委託し、昭和57年より3年間で実施することになった。

施行令の改正により、高さ60m以下の建物の耐震設計は、一次と二次の2段階方式で行なうことが義務づけられた。一次設計は許容応力度設計でこれまでの設計法とほぼ同様であるが、二次設計は、従来にはなかった規定で烈震や激震といった極めてまれにしか起こらない大地震に対して建物に重大な損傷がなく崩壊しないことを確認することになった。一般の建物の具体的な二次設計手法に関しては、建設省告示あるいは日本建築センター、建設省住宅局監修の解説書などが出されており、これらに示された方法に従って設計すれば、各地方自治体の建築主事だけで建築確認を受けられるようになっているが、特殊な形態や架構の建物については設計者が法令の規定を満たす設計手法を研究開発しなければならないことになった。

特殊な材料、構造あるいは解析方法によって設計する建築物については、建築確認を得る前に日本建築センターの技術評定の確保、さらには建設大臣の特別な許可が必要とされる場合がある。この場合には、耐震設計に関して弾塑性応答解析をはじめ複雑、高度な計算を必要とし、解析や設計データの提出が多量に求められるため、設計計算に要する業務量が増大すると共に設計の完了から建築確認の取得までかなりの期間と経費を要することになる。これを効率化することができれば設計工程を短縮でき、そのメリットは大きい。

### (2) 火力発電所本館の換気

火力発電所本館建屋内は、タービン、ヒーター、蒸気配管等の高熱源により空温が非常に上昇するため、室内の作業環境および電気機器の回路保護のために室温降下目的の換気が必要である。

一般に低維持費、省エネルギーの面から換気方式は、発生熱による室内の上昇気流を利用した自然換気方式を採用しているが、騒音や機器配置上の制約から、適所に適量の給気を取り入れる開口が確保できないため、夏季には局所に小規模な強

制機械換気を併用した発電所もある。

渥美火力3・4号機本館換気設計は、夏季外気温最高時室内温度を45℃以下を目標としているが、敷地境界における騒音影響を規制値以下にするためには、吸気開口等に制約があり自然換気方式では夏季に目標室温をキープできないため、強制機械換気との併用方式を採用した。換気設計は、当社が開発した換気シミュレーションプログラムを利用して、建屋内の室温、換気量を月別に予想して各部開口面積、換気ファン台数等を決定した。

火力発電所の完成後、換気性状を詳細に調査した結果、渥美火力3・4号の換気方式による室内温度環境はほぼ設計計画どおりであり、所員にも好評であるので、今後建設される火力発電所の本館換気設計に採用していきたいと考えている。

#### 4 原子力部門

原子力発電所の設計は、「発電所が大地震に遭遇したとしても発電所周辺の住民や発電所で働く従業員に放射線による障害を決して与えてはならない」という考えを基本とし、地震対策を安全上の最も重要な課題の一つとしている。

原子力発電所建築構造物の具体的な耐震設計の方法を浜岡原子力発電所を例にとり簡単に述べる。

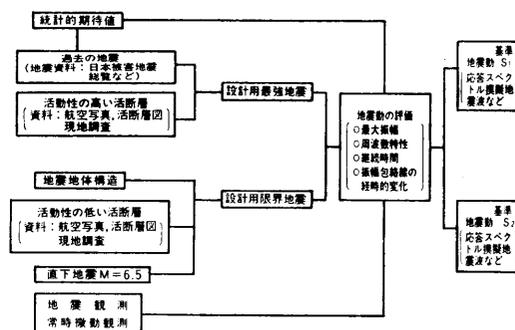
##### (1) 設計用地震動の策定

我が国では、関東大地震における建築物の被害を教訓として、一般の建築構造物を造る場合、このような地震に耐えられるように地震力を考えることが法律（建築基準法）で義務づけられている

原子炉建屋のような重要な構造物は、まずこの地震力の3倍の力を水平に加えても、十分に耐えるようにするとともに、過去最大でしかも将来起こるかもしれないという大地震による破壊力に対しても、安全であることを要求されている。この大地震による破壊力をもたらす地震動を設計用地

震動と呼んである。

この設計用地震動を“基準地震動”と名付け、その強さの程度に応じて、 $S_1 \cdot S_2$ の2種類を考えている。この新しい考えは、昭和53年9月に原子力委員会から最近の知見および従来の国の方針をとりまとめて新たに出された「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（昭和56年7月、一部改訂）に従っている。



第1図 基準地震動の策定

$S_1$  地震動とは、将来起こると考えられる地震（これを「設計用最強地震」という）によって引き起こされる解放基盤表面（岩盤の表面）の地震動を意味している。

$S_2$  地震動とは、実際に起こるかどうかわからないが、地震学という理学的な立場からは、その発生を否定できないような限界的な地震（「設計用限界地震」という）によって引き起こされる解放基盤表面の地震動を意味している。

具体的に、設計用最強地震は、歴史地震と、活動度の高い活断層から選ぶように決められ、設計用限界地震は活動度が比較的低い活断層、地震地体構造という地震学から見た限界的な地震から決めるよう要求される。

また、マグニチュード6.5の地震を、直下地震として日本中のどこの原子力発電所でも、地震動として考慮するように定められている。

浜岡発電所の  $S_1$  地震動は、各地震について詳細に被害状況を調べた結果、安政東海地震（1854

年、マグニチュード8.4)による影響が最大となり、これに基づいて決められている。この安政東海地震は、熊野灘から遠州灘、さらに駿河湾内部にまで及ぶ震源域(断層破壊による影響の特に大きな領域)をもち、この震源域内に浜岡発電所が含まれている。

また、東海地震の発生の可能性が指適されているが、これはこの安政東海地震の震源域の一部(駿河湾内)であり、マグニチュード8程度の地震といわれており、浜岡発電所への影響としては安政東海地震より下回っている。

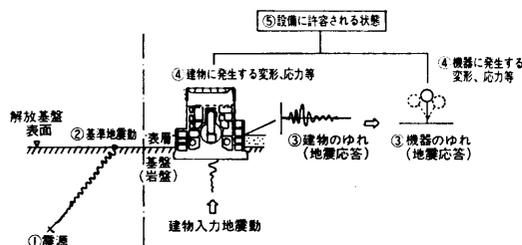
S<sub>2</sub>地震動は、この地域で起こりうる地震の限界的な規模として、マグニチュード8.5を考えさらに安全余裕を見込んで決められている。

## (2) 構造計画と耐震設計

地震に強い建物は、丈夫な岩盤上に置くとともに壁の多い屋根の軽いものにするのである。

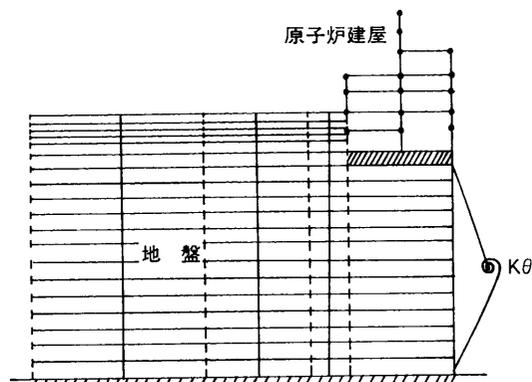
そこで、浜岡原子力発電所では、世界に先がけて、原子炉など重要な施設を内蔵している原子炉建屋自身には、「厚い壁を多く、規則正しく配置する」、「基礎の面積を拡く、厚くする」、「屋根を軽く重心を下げる」など改良を加えた地震に強い新しいタイプの建物としている。

特に、十分な耐震壁をバランスよく配置することによって、ねばりを持ち、ねじれ振動などを生じにくくさせている。



第2図 耐震設計の考え方

次は、実際に設計用地震動を入力し、建物の各部に発生する応力、変形を電算機を用いて解析し、同時に建物内の機器、配管に発生する応力、変形を計算する。



第3図 地震応答解析(格子型モデル)

この地震応答解析手法として、浜岡発電所では、原子力炉建屋のみでなく、周辺の地盤も取り込んだ解析モデルを開発した。この方法は、構造物の特性はもちろん、敷地ごとの地盤とか地形の影響あるいはまた、地盤と構造物の相互作用までも、全部まとめて解析に取り入れることのできる合理的手法である。

特に、原子炉建屋は、地盤に比較的深く埋め込まれているため、このモデルを使えば、いわゆる「埋め込み効果」が期待でき、しかも建屋周辺地盤の地震時の挙動が把握できることが最大の特徴である。

また、設計の妥当性を確認するために、地震観測、起振機を用いた強制振動実験等を行なうこととしている。

## 5 おわりに

以上、当建築部門の主な事項を述べたが、建築はその時代の要請に応じて、社会環境の変化と共に歩む性格を持っており、かつ、あらゆる分野に及ぶ技術の集合体である。

従って、当社建築部門も時代に呼応すると共に、技術の先取りを姿勢として業務の推進を計っていく。最後に、本報告は火力計画部火力土建グループ、原子力計画部原子力建築グループおよび総務部建築グループが協同で作成したものである。