

§2 性能のレベル設定について

2.1 性能型構造設計の実現フロー

性能型構造設計の流れを要約すると、次の三つのブロックに分けられる。

- ①建築主の性能要求の抽出と建物利用者の要望に対する理解をもとに用途・目的等に沿った目標性能の設定
 - ②目標性能を実現するために必要な設計法の選択とその実施
 - ③実現した建築構造物の性能確認とその性能の適切な表示および維持管理に対する説明
- 性能型構造設計の実現フローを図2.1に示す。

性能型設計では、建築主の要求性能を設計者が実現することが基本である。

建築は社会基盤の上に成り立っているという認識が重要である。したがって、実現すべき設定レベル（目標性能レベル）については、社会的総意（世論）を踏まえながら、構造設計者が経済と知識・経験をベースに、ヴィジュアル表現などを多用した建築主に対するわかりやすい説明と懇切丁寧なる話し合いを繰り返すことが求められる。時には、プロフェッショナルとして啓発教育を行うことも必要であり、ともすれば漠となりがちな建築主の要望を明らかにし、その実現を図る必要がある。

建物の実現後、性能実現の確認を行うとともに、出来上がった建物の性能表示が明確に行われる必要がある。性能表示は一般に理解される平易なものでなければならない。表現方法を専門的にすると、社会に認知されないばかりか、社会から遊離してしまい意味のないものとなる。しかしながら、一般的表現というものは、往々にして曖昧な点を内包しており、危うい点があることも認識せねばならない。また、維持管理の方法についても建築主に設計者が説明し、継続的使用に対して相応のメンテナンスが必要なことを十分理解してもらう必要がある。

具体的な構造計算方法など設計の実現方法については特定する必要はないが、各限界状態に対して合理的かつ明快に説明できるものが望ましい。確率表現で限界状態を表す限界状態設計法（LSD）もそのひとつとして有効であろう。二次モーメント法の信頼性指標 β を用いれば、想定外力から建物耐力などの安全性を確率表現として明らかにすることができる。

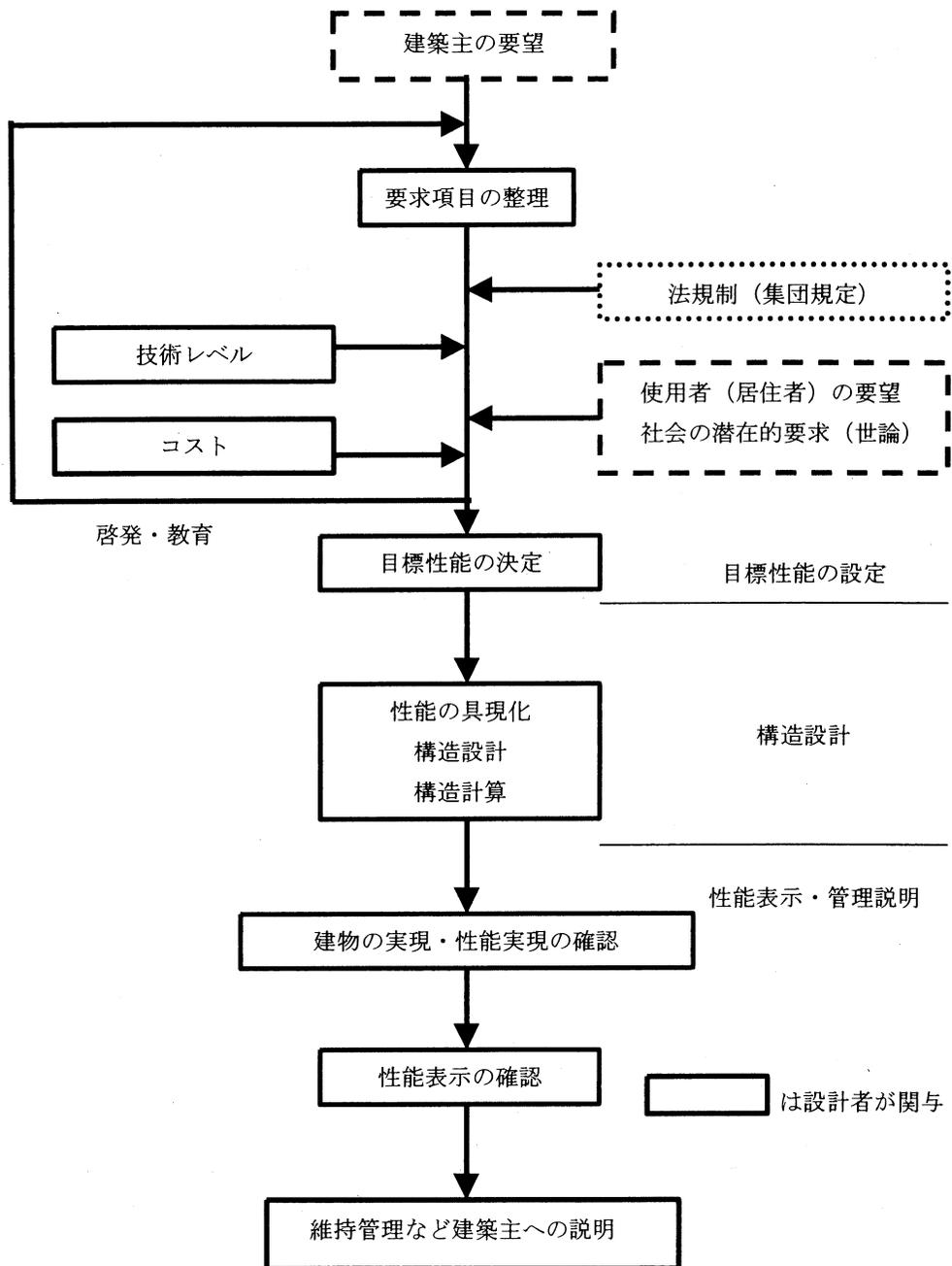


図2.1 性能型構造設計の実現フロー

2.2 性能レベルの決定主体とその責任

社会において、建物の性能レベルの設定に関わる構成員をその立場により分類すると、建築主、設計者、行政者、一般市民（居住者・使用者）となる。その概念図を図2.2に示す。

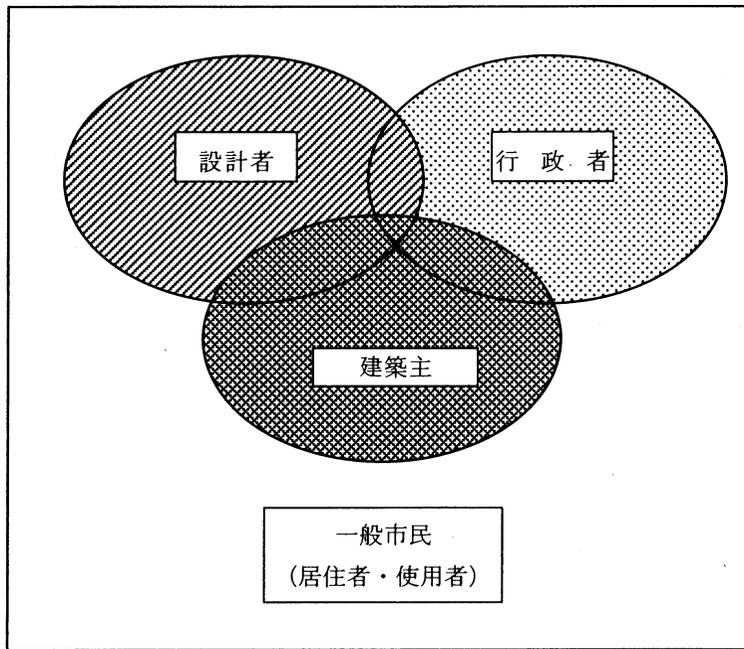


図2.2 建築が成立するための社会的基盤

性能の決定主体は建築主にあることが原則であり、その結果について自己責任となることは否めないであろう。現在の建築を取り巻く社会環境を考えるにつけなかなか現実的でない感も強いが、今後21世紀に向けてさらに契約社会になることが容易に想像される。しかしながら、建築主は建築全般、特に構造安全に関する知識およびその表現に長けていないことが多いので、設計者が建築主と打ち合わせをしながら、その時々で建築主に十分な説明を施して、安全な建物にしていく必要がある。レベル設定後の性能の実現は設計者が保証する必要があることも考慮して行うことが望まれる。その結果として当然のことながら報酬についてもこれまで以上のことが期待できよう。設計者の保証といっても個人ベースで解決できないことが多々あるため、それらについて制度化する必要もあろう。

なお、目標性能レベルの設定にあたっては、構造安全に関する建築基準法の精神と時代背景をも含めた社会の総意（世論とも言える潜在的な要求）を十分に理解した上で行う必要がある。公共性の高い建築物など、建築主と使用者（居住者）が異なるような建物については、特にそのような配慮が強く求められる。

ここで重要なことは、建築主が建物の性能を表現する「言葉」が抽象的であったり、かつ曖昧であったりすることである。構造設計者には建築主と十分に打ち合わせをしながらその建築主の要求する性能を、満足させ、かつ構造計算できる具体的な物理量に置き換え、その意味を建築主に正確に認識させ合意を得ることが求められる。

2.3 性能レベルの決め方

設計者として、以下の項目をバランスさせながら、最終的には建築主との合意のもとに、建物の性能を設定し、設計することが必要である。

- ①建築主の要望
- ②技術レベル
- ③コスト（イニシャルコストおよびライフサイクルコスト）
- ④法規制（集団規定などのミニマムリクワイヤメント）
- ⑤使用者（居住者）の要望および社会の潜在的な要求（世論）
- ⑥環境側面（地球環境に対する配慮）

上記の内容のバランスをとりながら、性能レベルを設定するわけであるが、建物の用途種類や性能の対象によってはその重点をおくポイントが変わってくる。

対象とする性能レベルは、大別して3種類のものが考えられる。

- (1) 人命の安全に関わるもの（他への人命影響を含む）
- (2) 建物そのものや内在する財産の保全に関わるもの
- (3) 使用者の居住性・精神性に関わるもの

(1) に関しては、大別すると建物単体に関するものと集団（公共性）に関するものに

分けられる。建物単体については建築主の裁量によるところが大きいと考えることもできるが、近隣など不特定多数に対する安全性の問題は別途考慮する必要がある。特に、使用者が不特定多数の公共建物あるいは原子力施設などの非常時の扱いについては注意を要する。このような建物に対する性能については、建築主の要求というよりはむしろ公共の福祉に基づく最低限の安全性レベルを集団規定として法規制する必要がある。なお、法規制を上回る性能が期待される場合には、その要求をコストと技術的背景を考慮して提案することが望まれる。

(2)の項目については、阪神・淡路大震災以降、建物における財産性に関する要求も高まっていることから、これらについても設計時に考慮する必要がある。この性能レベルについては、特に建築主や居住者の経済とその考え方によるところが大きいので、十分な説明と建築主等の理解を明らかにしておくことが求められる。

(3)に関するものは、遮音性・床振動等主にその使用者に関わる問題である。このような性能については、建築主の要求によるところがさらに大きいのが、現在の技術レベルとそれに要するコストの問題を精確に把握し、建築主に伝える必要がある。このような性能については、個人差によるところも大きいので、設計者はある物理量とその意味する性能を正確に表現し、建築主との合意を得る必要がある。

このように、建物の各性能レベルの決定は、建物単体としての範疇と、建物が社会基盤の上に存在していることを考慮した上で行う必要があり、設計者はこのことを十分に理解する必要がある。性能型設計のレベル設定は、これらを踏まえながら設計者と建築主が十分に話し合った上で、経済性と技術レベルを勘案して総合的に決定されるべきものである。

阪神・淡路大震災では地震が引き起こした人の心の被害に対して、「心のケア」として話題になった。今後21世紀に向けて、建物が引き起こす災害に対して、心の保全が求められる可能性についても配慮する必要がある。

2.4 具体的な性能レベルの設定に向けて

建物の性能は、構造部材単独で決定されるものではなく、建物の構造体・仕上げ・設備の複合体として、その性能が決定される。したがって、建物に対する要求が性能として規定されたとき、その性能を満たす建築・構造・設備の性能はいかにあるべきかを複

合的に検討し、その結果として構造体の性能レベルが決定される。例えば、居住性能としての床性能の一つである遮音性能をとらえれば、まず設定した性能を建物の形態(用途)を考慮して具体的な物理量に変換する。しかしながら、「床」というものは、その仕上げ形態に種々な形態があり、そこで表現される物理量は建築形態(居室の大きさ・仕上げ材の性質)と躯体の複合体としての性能を表現しているのであって、その建築形態が設定されて初めて、構造躯体としての床の要求性能の設定が可能となる。つまり、図2.3に示すごとく、要求性能というものは、複合体に対して設定されるのであり、構造体としての性能は、そこからブレイクダウンして設定しなければならない。

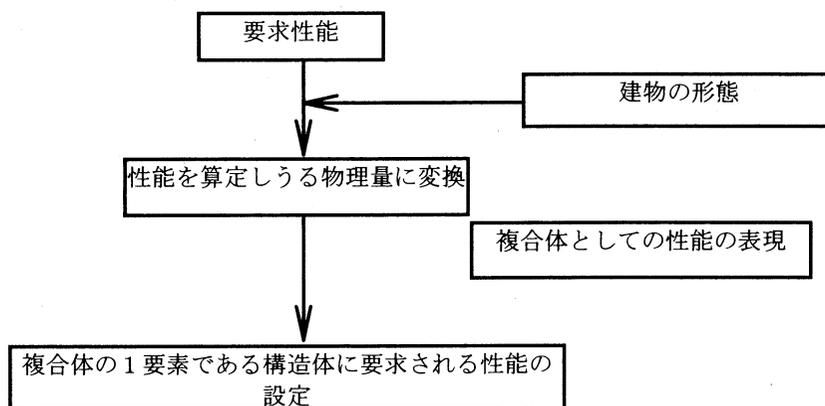


図 2.3 構造体のレベル設定 1

また逆に、複合体としての要求性能に対し技術的なレベルやコストによって、構造体としての性能にはある限度(レベル)が決定されることがある。つまり、要求性能に対し、それを満足させるための構造躯体以外の性能を設定しなければならないこともあり得る。例えば、ある空間を成立させるための構造躯体の断面に制約があることが一般的であるとすれば、その非常時の性能として例えば層間変形角というものの性能は、技術レベルにおいて、おのずと限度が設定される。その結果、その建物の空間を構成するものが地震時(非常時)においてある性能(例えば、壁・天井にひび割れを生じさせない)を満足しなければならないとすれば、それは、構造躯体のみでその性能を満足することが不可能になる。その結果、その性能を構造躯体以外に要求することとなる。そこには、構造躯体とそれ以外との間にやりとりがあり、そこに最適解を見つけることとなることが一般的である。(図2.4参照)

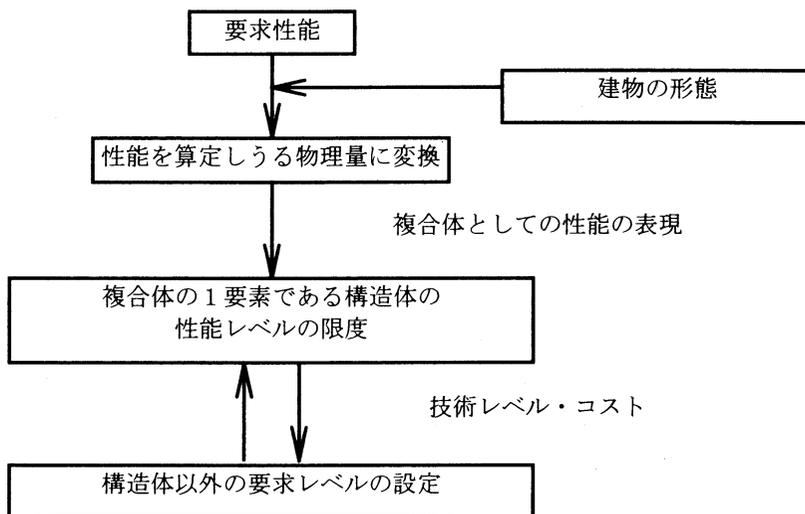


図 2.4 構造体のレベル設定 2

また、性能を評価する際にその入力となる外力に応じた性能の設定が必要となる。言い換えれば、外力のレベル(状態)に対して評価の対象となる物理量も変化する(出力となる物理量は、入力に応じて変化する)ので、その発生頻度に応じた入力のレベルに対し、性能を評価する物理量を設定する必要がある場合がある。例えば、非常時に対し常に高い性能レベルを設定するのではなく、その発生頻度に応じた性能レベルを設定すればよいことが多い。例えば、表2.1に示される様な性能評価の表示法の場合、各レベルの外力とその時の構造体のそれぞれの状態から、構造の性能が規定されるがそれらの性能を評価するには、また別の尺度(例えば、ライフサイクルコスト等)によらなければならない場合がある。

表 2.1 性能評価の表示法例

外力レベル 性能レベル	外力 1	外力 2	外力 3		外力 n
性能 1	状態 1-1	状態 1-2	状態 1-3		状態 m-n
性能 2	状態 2-1	状態 2-2	状態 2-3		状態 m-n
性能 3	状態 3-1	状態 3-2	状態 3-3		状態 m-n
性能 m	状態 m-1	状態 m-2	状態 m-3		状態 m-n

一般に、建物には複数の性能を要求されるが、その中にはそれぞれが矛盾する内容のものがある。それらの矛盾は建築主の要求性能の相互間にも存在することもあるし、建築主の要求性能と社会的要求性能との間に生じることもある。よって、建築主との合意のもとにそれらの要求性能の矛盾をなくし、建物の各性能を設定する必要がある。例えば、遮音性能を取り上げると、その性能を上げるために構造躯体の対応方法としてスラブ厚を厚くするか梁等でスラブを小割にすることがあるが、スラブを厚くしたり梁を数多く設けたりすると施工性という性能また空間の使用性等が落ちることになる。(図2.5参照)

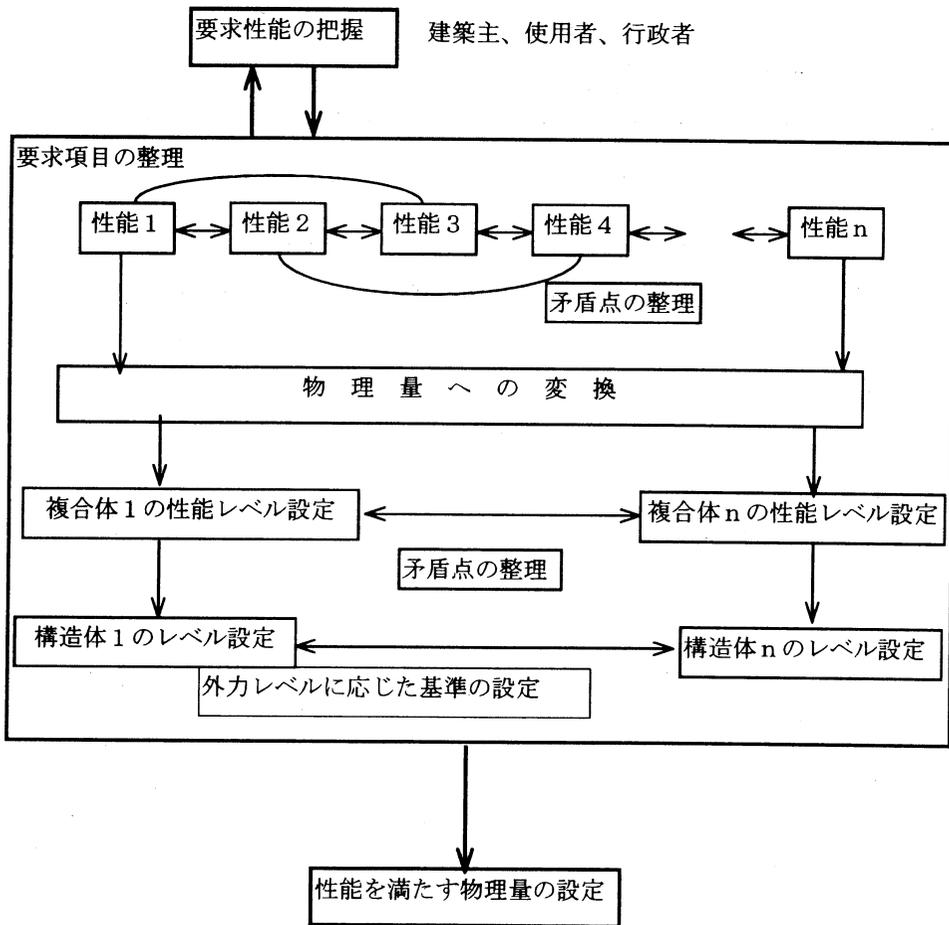


図 2.5 構造体のレベル設定フロー

このように、性能レベルの決定要因となるものは、すべからく多くの他の性能とリンクしており、それらのバランスを考え、建物の総合的な性能を設定することが重要である。したがって、これらの事象を評価できる合理的な決定手法を打ち立てる必要がある。それらと同時に、評価手法の入力となる外力（動荷重・地震荷重・風荷重、etc.）の設定方法も併せて作成する必要がある。外力とそれに対する建物の応答はある関数で支配されており、その入力の正確さが出力の正確さを表すことになる。また、その外力の発生頻度に併せて、建物の状態を設定しなければ、経済性に劣る建物となることがある。