

京都大学大学院工学研究科 フェロー会員 宮川豊章

1. メンテナンス大国 日本が土建大国から修繕大国になる、という予測がある。この次世代への負の遺産に対する対策として2種類の方法がある。一つは、新設構造物に対するものであって、耐久性に優れた長持ちする構造物を作ることである。これに対して、新設、既設を問わず有効な対策は、適切な**メンテナンス（維持管理）システム**を作ることである。コンクリート構造物はメンテナンス不要である、あるいはメンテナンスができない、などというどちらも誤った偏見がまだ根強く残っているのが実状である。どちらにしても、きわめて大きな基本的な誤解がある。このような誤解を、我々はできるだけ早く解かなければならない。

2. 耐久性設計 コンクリート構造物は、適切に設計・施工された場合、極めて耐久性に富む構造形式である。しかし、**耐久性**とは、劣化あるいは性能の低下に対する抵抗性のことを意味し、要求水準との直接的な関係はない。ある定められた水準に対する抵抗性は**耐久性能**と呼ばれる。耐久設計という用語が既にあるが、耐久設計がコンクリート構造物を耐久的にする設計であるとすれば、耐久性に関する性能を任意の水準として設計することを、ここでは耐久設計と区別して、**耐久性設計**と呼ぶ。

本来の耐久性設計とは、コンクリート構造物が要求される期間、要求される機能を有するように設計することである。機能では工学的に捉えにくいので、より具体的には、構造物あるいは部材に要求される性能を、設計供用期間の間、適切な安全率を持って確保することである、と言い換えることができよう。そのためには、構造物あるいは部材の性能の経時的な変化を把握することが必要である。つまり、（予定）構造物の**性能の時間軸における照査技術**が要求される。しかし、現在の工学レベルでは厳密な照査が困難である場合も多い。そのため、予想される劣化メカニズムにおいて**耐久性上の限界状態**を設定し、劣化モデルに基づく劣化レベルに区分して照査される場合が多い。例えば、図-1は最も基本的な塩害劣化モデルの例であるが、腐食速度、部材の靱性、耐荷力などの性能低下を勘案して限界状態を設定することができる。この場合、単なる劣化に対する抵抗性という定性的なものではなく、設定された劣化区分に到らない抵抗性、つまり耐久性能として取り扱えば、定量的な取り扱いが可能となる。したがって、耐久性能は、一意的に与えられる物ではなく、部材あるいは構造物ごとに、設計者によって選択し設定される**要求性能**なのである。その延長線上に、リハビリテーションを供用期間の中に組み込む考え方が可能となる。

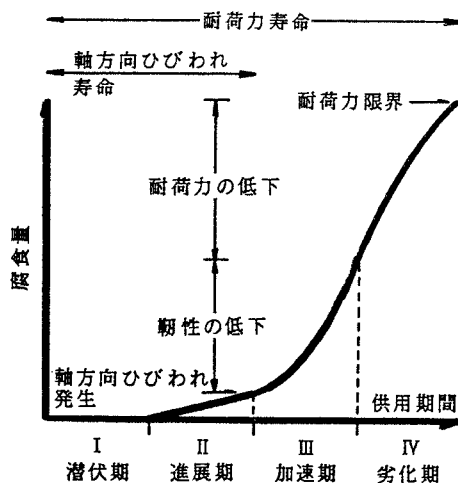


図-1 性能低下を含めた塩害劣化モデル

3. リハビリテーション リハビリテーションという言葉は医学分野ではよく使われているようであるが、コンクリート工学の分野では、まだ明確な学術用語として用いられているわけではない。リハビリテーションと似た用語に、**補修・補強**がある。例えば、土木学会「コンクリート構造物の維持管理指針（案）」によれば、劣化した部材、構造物の今後の劣化進行を抑制し、耐久性の回復・向上と第三者影響度の低減を目的とした維持管理対策を「補修」と呼び、部材、構造物の耐荷力を当初設計された水準まで回復あるいは水準

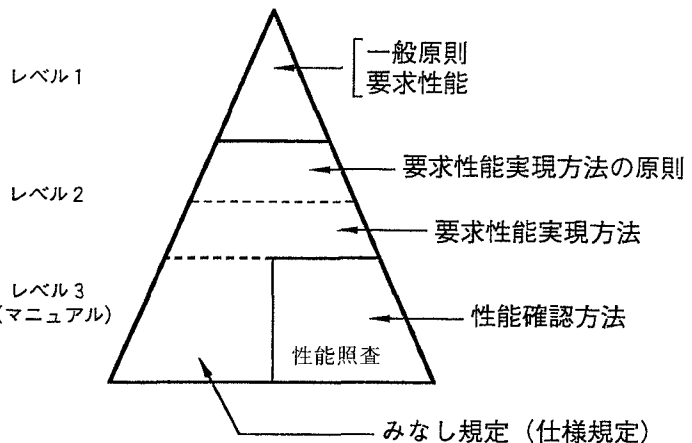
キーワード：シナリオ、耐久性設計、耐久性能、性能規定、リハビリテーション

連絡先：〒606-8501 京都市左京区吉田本町 Tel・075-753-5103 Fax・075-761-0646

以上に向上させることを目的とした維持管理対策を“補強”と呼ぶ。これに対し、日本建築学会「鉄筋コンクリート造建築物の耐久性調査・診断および補修指針（案）・同解説」によれば、“補修”とは、劣化した部材あるいは部品などの性能または機能を現状あるいは実用上支障のない状態まで回復させること。鉄筋腐食によって生じた部材の変形と耐力の低下を改善し、初期状態に戻すことも補修に含む。と定義されている。本文では、「劣化した部材あるいは部品などの性能を、設計当初に意図された供用水準以上に回復させること。補修、補強を含む。」としたい。したがって、コンクリート構造物の維持管理において、劣化機構診断、保有性能評価、判定を行った後採用される**対策**の一つとしてリハビリテーションを位置づけることができる。したがって、“**性能**”は、耐久性設計およびリハビリテーションにとっての共通のキーワードなのである。

4. 性能規定と性能照査 現在、世界各国、地域で、新技術、新材料の開発が進められ技術革新が進む一方、世界的にいろんな分野での市場開放が求められている。このようなときに、従来の仕様規定が、新技術開発の阻害要因となったり、外国製品利用に当たっての障害にならないようにすることが求められている。以上の流れから生まれた性能規定には二つの側面があり、これらのバランスが極めて重要である。このため、性能規定の**階層構造**が議論されてき

た経緯があり、例えば、図－2のように示すことができる。**性能照査**は、性能規定の中で**性能評価**段階での極めて重要な位置を有している。一方、リハビリテーションに到る評価においては、構造物あるいは部材の性能評価を行う必要があり、しかも、リハビリテーションにおいて用いようとする材料、技術あるいは工法は従来からのものではない場合が多く、適切な仕様規定が無く、従来から性能規定たらざるを得なかった。



図－2 性能規定の階層構造

5. シナリオ・デザイン リハビリテーションにおいては、性能規定の中でも、性能照査が特に必要とされる。リハビリテーションによるコンクリート構造物の性能の確保は、その設計時点では、あくまで要求性能あるいはそれに基づく予定性能であり、結果性能つまり結果として得られる発揮性能とはまた基本的には異なるものである。言い換えれば、性能照査とはあくまで**設計段階**における検討なのであって、実際に施工を経て建設されたコンクリート構造物については、**性能検査**の結果による検討が必要である。ただし、リハビリテーションにおいては、新設構造物とは異なって、点検記録等のデータが有れば照査はより容易であろう。

リハビリテーションが適切であるか否かは、単にリハビリテーションによって性能の回復が可能であるかどうかだけによって決まるのではない。本来は、解体やリサイクルを含めて、リハビリテーションを念頭に置いたコンクリート構造物の**ライフ・サイクル**のシナリオをデザインし、LCC（Life Cycle Cost）あるいはLCCに基づくLCM（Life Cycle Management）からの評価が必要である。しかも、耐久性能を代表とする性能水準は、土木あるいは建築技術者ではなく、コンクリート構造物の**オーナー**あるいはその代理人が本来決定すべきであって、そのためにも性能水準の明確化および明示性が保証される必要がある。

コンクリート構造物のシナリオをデザインすることは、コンクリート構造物の将来をどのように戦略的に決定するかが問われることである。今後建設されるコンクリート構造物のフレキシビリティの確保のためにも、コンクリート構造物の**シナリオ・デザインに関するルール**の早急な確立が望まれている。