

# ストックマネジメントにおける劣化予測と対策のタイミング

## Degradation Prediction and Timing of measures in Stock-Management

渡邊博

Hiroshi WATANABE

### 1. はじめに

機能診断において、対策の必要有無の判断基準となる評価指標＝要求性能は、診断・評価が可能なものであること、それによる劣化予測が可能なものであることが必要である。同時に、利用者評価（ニーズ）という視点は重要であり、行政機関等も含めた関係者の合意が可能なものであることが望ましい。

利用者の立場からは、水利用性能や水理性能が判りやすいが、これらの性能は構造性能の劣化が顕在化してから、あるいは完全に構造性能が喪失してから発現する 경우가少なくないので、予防保全の立場からは構造性能によって評価するのが一般的である。一方、地下埋設施設のパイプラインは、構造性能劣化の把握が難しいケースが多く、漏水事故等のように、力学的性能低下の最終局面で初めて劣化が現れやすいので、構造性能を評価指標とすることの技術的困難さがある。

### 2. コンクリート構造物の劣化予測と要求性能

コンクリート構造物の要求性能は、部材の力学的性能で規定するのが合理的であるが、技術的な問題や調査コストから、現実には、ひび割れや析出物の状態、鋼材腐食の状況等、材料劣化を主体とした「状態評価」によらざるを得ない。しかし、材料劣化と力学的劣化の関係については未だ不明な点が多く、状態評価により要求性能を規定する場合の合理的説明がしにくいという問題がある。

さらに、構造物の劣化速度は一様ではなく、  
1) 時間とともに劣化速度が速まる、2) 時間経過と劣化速度はほぼ一定である、3) 時間経過とともに劣化速度が遅くなるパターンが考えられる。図-1は、「土木コンクリート構造物耐久性検討委員会の提言」(H12年3月 建設省・運輸省・農林水産省)の調査結果であるが、40年以上経過してもほとんど劣化していない構造物は2割も有り、何らかの対策が必要な施設も2割を占めるように、施設によって劣化速度は大きく異なる。

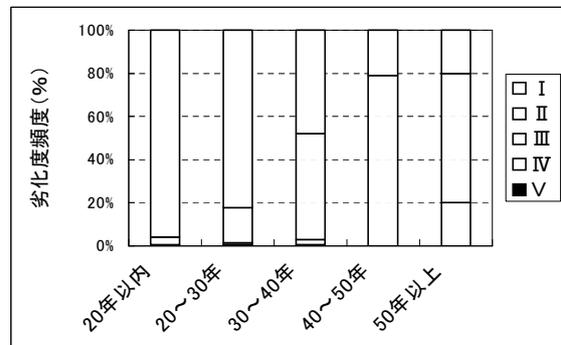


図-1 供用年数と劣化度頻度

Fig.1 Frequency of Degradation

単一劣化曲線は、多様な劣化パターンの再現ができないという問題がある。また、評価ランクが非線形であることから、例えばS-4→S-3への移行期にある場合であっても、中間値を採らずS-3、S-4いずれかに曲線が適合するようにモデル化されてしまうので、機能診断実施時期によって劣化曲線が大きく変化してしまう。

様々な劣化パターンが混在する長大水路の場合は、水路全体の劣化発現度数を評価基準とした方が合理的である。確率分布モデルであるマルコフ連鎖モデルは、異なる健全度階層の組み合わせを再現し、かつそれぞれの健全度階層の増減は線形的に再現されるため、

単一劣化曲線が持つ欠点を回避できる（図-2,3）。また、健全度の分布量が再現されることから、対策のタイミングを計る指標を単なる健全度ランクだけでなく、対策整備量の観点からも検討することが可能である。

誰が見ても対策が必要なランク（例えば S-1）にある個別構造物については事後保全対策を行い、予防保全のタイミングは、高頻度低品質工法（S-3 対象）、中頻度中品質工法（S-3～S-2 対象）、低頻度高品質工法（S-2～S-1 対象）などのように、対策のタイミングとなる健全度ランクと、それに応じた対策頻度、工法品質の組み合わせから LCC 分析を行い、保全計画の合意形成に資することが望ましい。

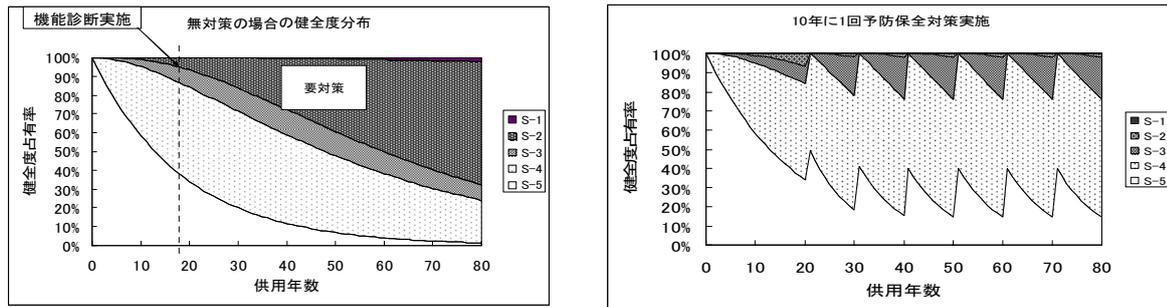


図-2 開水路の健全度分布経年変化（A地区幹線水路）

Fig.2 Secular distortion of Distribution of vulnerability index of Canal

### 3. パイプラインの性能評価

地下埋設施設であるパイプラインの構造的な状態把握は、技術的に困難を伴うだけでなく、コストパフォーマンス上からも課題が多い。

事故率（年・1 km 当りの事故件数）が維持管理上受忍できる水準までは事後保全とし、それ以上の水準に達した段階で詳細調査を実施し、予防保全対策を施すのが現実的であろう。

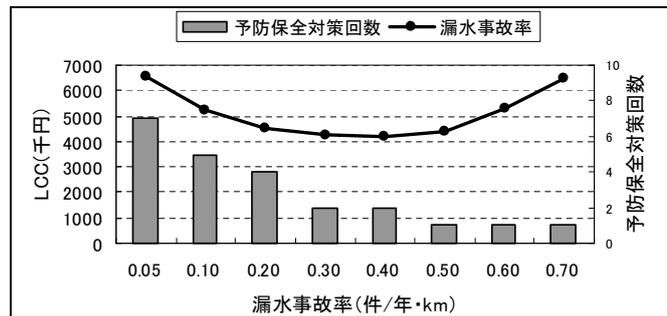


図-3 管路漏水事故率と LCC (φ 1350 × 1.6 km)

Fig.3 Water leak accident rate of Pipeline and LCC

この場合、許容し得る事故率は、事後保全費用や事故による被害の大小が地区によって異なるため、基準の一律化は難しい。1例として、LCC 計算から予防保全対策を実施すべき事故率について検討した結果を図-3 に示す。このケースでは事故率が 0.4 件/年・km という結果が得られた。実際に当地区は、0.5 件/年・km を越える事故率で予防保全対策を実施しており、LCC 計算結果に概ね合致したが、地元では、より低い事故率での対策が要望されている。この LCC 計算では工事費のみ計上しているが、これに機能診断費用や事故によるリスクコスト等も算入することで、許容事故率はさらに下がるものと考えられる。

### 4. おわりに

今後の課題としては、データの蓄積等による評価技術や劣化予測技術の精度向上の他に、施設の重要度やリスクを考慮した評価手法、評価や劣化予測の不確実性を考慮したリスクマネジメント手法の確立がある。また、パイプラインでは事故率の増加傾向が見られず、劣化予測が困難な地区が多い。このような場合、劣化予測に替わる機能保全計画手法の検討が必要であると考えられる。