

V-247 コンクリート構造物の耐久性設計手法に関する研究

名古屋大学 工学部 学生員 高木英行

名古屋大学 工学部 正会員 二羽淳一郎

1. はじめに

コンクリート構造物は本来、耐久性、安全性、機能性を有し、かつ経済的であるべきである。ところが、局所的ではあるが劣化が少なからず認められ、優れているはずの耐久性、経済性が問題視されてきている。コンクリート構造物の耐久性設計の確立が急務となった今、いくつかの設計手法が提案されているが、土木学会のコンクリート標準示方書に採用され体系化されるには至っていない。

本研究は、土木学会「コンクリート構造物の耐久設計指針（試案）」¹⁾（以後、試案）と日本コンクリート工学協会（JCI）「鉄筋コンクリート構造物の耐久性設計に関する考え方」²⁾（以後、考え方）の両設計手法を対象として、コンクリート構造物の耐久性設計手法の基礎的な検討を行うものである。

2. 設計手法の特性比較

試案と考え方の耐久性評価を比較するため、試案の耐久指数:Tpと環境指数:Spとの比、Tp/Spと、考え方によって算定された耐用年数Tj（年）を対応させ、得られたグラフより、結果に至る原因を探るものである。計算の対象としたコンクリート構造物は既存の文献において報告されている都市部、海岸部などの様々な環境条件の下におかれたRC桁橋、RCボックスカルバート、逆T型擁壁、RC橋脚など二十数例と実構造物調査を兼ねた一般環境下におけるPC橋3例である。比較の結果を図-1に、PC橋の概要を表-1に示す。図中の直線は(Tp/Sp=0, Tj=10年)と(Tp/Sp=1, Tj=50年)を結んだものである。これは試案ではTp=Spのときにメンテナンスフリー50年としているので、これを考え方における耐用年数と等価と見なすことにしたためである。図-1より試案による評価では現実的な値が得られていると見なされるのに対して、考え方では条件によっては耐用年数が飛躍的に伸びている場合がある。

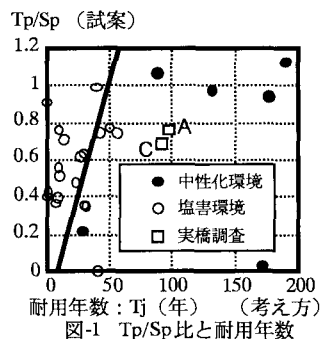


図-1 Tp/Sp比と耐用年数

表-1 PC橋の概要

	橋名	所在地	竣工	Tp/Sp 試案	Tj (年) 考え方	水セメント比 (%)	かぶり (mm)
A	平子橋	名古屋市天白区	S.44.11	0.76	97	41	20
B	中濃大橋	美濃加茂市国道41号沿い	S.45.4	0.87	444	38	31
C	中央高速道路橋	岐阜県多治見IC付近	S.48.9	0.69	92	44	22

3. 両設計手法に対する考察

土木学会「試案」で比較的大きなペナルティーが課された単位水量が、JCI「考え方」では劣化深さCdeの算定要因に取り上げられていない理由として、次のことが考えられる。コンシステンシーに最も大きい影響を与えるのは単位水量と空気量である。単位水量の増加は、コンクリートのスランプ値を増加させ、打込み、締固め等の施工性を向上させるが、材料分離抵抗性には逆に悪影響を与え、モルタルからの粗骨材分離とブリージング発生の要因となる。また、水平打継目の引張強度の低下にもつながる。このような相反する性質

を有する単位水量の影響についての解析的な評価が完了していないためと考えられる。これに対し試案では考え方では取り入れられていない単位水量や人的要因に対する評価項目が積極的に導入されている。ただし、個々の耐久性ポイントに科学的、理論的裏付けの無いものも多い。また獲得総ポイント中のその項目が占める影響度についても根拠が明らかにされていない場合がある。

これまでの調査研究によれば、コンクリート構造物の耐久性に対して、かぶりの確保が非常に重要であると指摘されていることから、両耐久性設計法におけるかぶりの評価の違いと、コンクリート特性の大きな要因となる水セメント比の評価について検討してみた。その際、かぶり以外の条件は一定とした上で、かぶりの変化に伴う耐用年数の変化を比較した。試案の場合は、かぶりの耐久性ポイント式を用いた。JCI「考え方」においては、一定の条件のもとで、かぶりの変化に伴う中性化および塩害に対する耐用年数を計算した。その結果を図-2に示す。なお耐用年数 T_j の最大値を30年としたのは、かぶりに対する T_p の幅が60ポイントありメンテナンスフリーを50年としたときの Sp 値が100であることから、 $T_p/Sp \times 50$ =耐用年数と見なしたためである。

図-2によれば、試案におけるかぶりの効果は頭打ちとなるのに対して考え方では、かぶりの増加が耐用年数を飛躍的に増加させることがわかる。劣化進行の $\sqrt{t}$ 則によれば、試案におけるかぶりの効果はかなり過小評価されているものといえる。

一方、図-3より明らかなように、考え方では、中性化環境及び塩害環境下において、水セメント比の低下により耐用年数が飛躍的に増加している。考え方は、RC構造物を対象としており、PC構造物に用いるような高強度コンクリートは適用外としていることに起因するものと考えられる。なお、今回調査したPC橋において、いくつかの損傷が観察されたが、これらはいずれも局所的で軽微な損傷であって、構造物全体の耐久性の低下に直接につながるものではなかった。

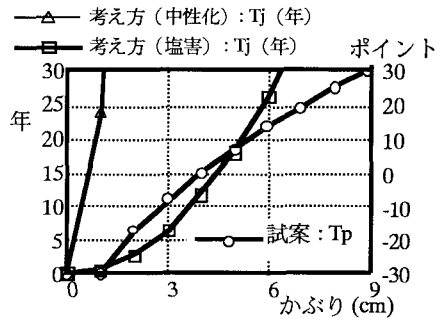


図-2 かぶりと耐用年数

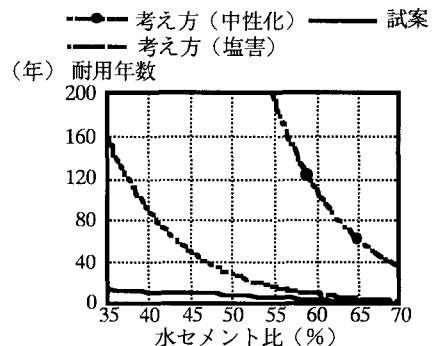


図-3 水セメント比による耐用年数

4. おわりに

両設計法による評価結果を比較した結果、評価項目数および評価内容の差により、場合によっては著しく相違する結果が得られることが明らかとなった。土木学会「試案」は、コンクリート構造物を耐久的なものとするための教育的な知見を数多く含んでいるが、個々の項目に関しては、必ずしも明確な根拠の無いものも含まれている。一方、JCI「考え方」は物理的な劣化予測モデルを中心としているが、適用範囲に制限があり、既存の各種コンクリート構造物の耐久性評価に、直接適用していくことができない場合もある。困難ではあるが、これら相互の得失を補完しつつ、最終的な目標として、総合化技術としてのコンクリート構造物の耐久性設計手法を確立していかなければならない。

参考文献

- 1)土木学会:「コンクリート構造物の耐久設計指針(試案)」、コンクリートライブラリー、第65号、1989
- 2)日本コンクリート工学協会:「鉄筋コンクリート構造物の耐久性設計に関する考え方」、1991