

CS-123

コンクリート構造物の性能照査型補強設計法の提案

北海道大学 正会員 上田 多門
 長岡技術科学大学 正会員 下村 匠
 山梨大学 正会員 中村 光
 北海道大学 正会員 佐藤 靖彦

1. はじめに

土木学会コンクリート委員会では、1996年に補強設計小委員会を設置し、コンクリート構造物の補強設計の現状とその問題点を把握するとともに、それに基づき性能照査型補強設計指針(試案)を提案した¹⁾。この試案は、現在コンクリート委員会でも進められている次世代の性能照査型の規準の雛形の一つともなりうると考えられる。従って、その内容を広く紹介し、忌憚のない御意見をうかがいたいと考えている。

2. 性能照査型補強設計指針(試案)

本試案では、外ケーブル工法、接着(巻立て)工法、コンクリート増厚(コンクリート巻立て)工法を主に対象とし、補強理由としても一般的な補強と耐震補強の両方を含んでいる。ここでは、個々の補強工法の設計法の紹介ではなく、全体に共通した部分の内容、特に性能照査型の設計法の概念を中心に簡単に紹介する。

試案では、構造物への要求性能を図1に掲げるように大分類している。社会・環境性とは、構造物が人類の健全な社会・経済・文化活動に貢献し、周辺の社会環境、自然環境に及ぼす悪影響を最小限にする性能である。安全性とは、想定される全ての作用のもとで、構造物がその破壊・崩壊により人命を損なわないために保有すべき性能である。使用性とは、想定される作用のもとで、構造物の使用者・近隣者が、快適に構造物を使用するための性能、および水密性などの諸機能を果たす性能である。復旧性とは、構造物が想定される作用により損傷を受け、性能が低下した場合の、その性能の回復しやすさである。施工性は、構造物の施工時の安全性および施工確実性である。維持・管理性は、供用中の構造物の維持・管理のしやすさであり、解体・再利用率は、供用終了時における構造物の解体のしやすさ、および解体により生じる部材や材料の再利用の可能性である。

社会・環境性
 安全性
 使用性
 復旧性
 施工性
 維持・管理性
 解体・再利用率

図1 要求性能

なお、これらの要求性能は、施工中から供用終了までの間、常に満足されていなくてはならない。つまり、性能を照査するためには、構造物が保有する諸性能の経時的変化を考慮する必要がある。このことにより、いわゆる耐久性が考慮されることになる。従来のコンクリート標準示方書に示されている終局限界状態、使用限界状態、疲労限界状態の検討は、各々安全性、使用性、安全性の照査の一方法と考えてよい。また、示方書耐震設計編の耐震性能1、耐震性能2および耐震性能3とは、各々使用性、復旧性そして安全性の照査法の一つと考えられる。

次に補強設計までの流れを述べる。まず、構造物の新設もしくは調査時点での要求性能を明らかにし、それに基づいて調査事項を設定し、既設構造物の調査を行う。この場合、考慮する要求性能は図1に示すようであるが、構造物は既に構築されているので、施工性は含めなくて良い。調査の結果、詳細な検討が必要と判断された場合には、既設構造物の性能照査を行う。この場合も、既に明らかになっている要求性能の各項目に関して照査を行うのが原則である。

既設構造物の性能照査の結果、補強が必要であると判断された場合、補強構造物に対して、図1に示す要求性能を再設定する。ここで言う施工性とは、補強工事に対するものである。補強構造物と既設構造物とで

キーワード: 性能照査型設計、補強設計

連絡先 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目・TEL: 011-706-6218・FAX: 011-707-6582)

要求性能が必ずしも同じでないのは、補強に際し、既設構造物の新設時には考慮されていなかった、例えば美観などの新たな性能を要求する場合や、補強構造物の補強後の供用期間が新設構造物より短い場合、このことを考慮し性能の要求レベルを落とすことなどがありうるからである。

既設構造物の性能照査で明らかになった補強すべき理由、すなわち、満たされていない性能、そして、新たに設定された要求性能を考慮し、それに適切な補強工法を選定する。設計諸元の設定後、補強構造物の性能照査を行い、満足されない場合は、補強工法もしくは設計諸元を再び選び直す。このような手順を繰り返し、全ての性能照査を満足する解を見つけ、実際の補強工事へと進む。なお、どうしても解が見つからない場合は、供用継続を諦め、解体撤去か放置かを選択し、さらに必要に応じて代替構造物を新設する。

次に、照査手法をもう少し具体的に示す。図1のように大別された要求性能は、さらに性能項目に区分される。そして各性能項目ごとに、性能を定量評価するための照査指標を設定する。想定する作用のもとで構造物中の照査指標の最大値が、照査指標の制御目標値より小さいことを確認することにより、照査する。ここで、作用としては、一般の荷重・環境作用及び地震作用を考えるが、性能項目ごとに考慮する作用の種類、程度(大きさ)は変わる。

安全性に対しては、軸力、曲げモーメント、せん断力などの断面力、そして、地震作用時の安全性の照査に用いる変形が照査指標としてあげられる。作用としては、コンクリート標準示方書では別個に取り扱われている、疲労荷重も併せて考える。その場合、照査指標は変動断面力(変動応力度)となる。

使用性に関しては実に多くの照査指標が考えられる。まず性能項目として、使用上の快適性に関わる①乗り心地・歩き心地、②耐振動性、③耐騒音性、④遮音性、⑤遮熱性、⑥耐臭気性、⑦耐湿気性、⑧美観、⑨視覚的安全性(見た目の安心感)、遮断諸機能に関わる⑩水密性、⑪気密性、⑫その他の物質・エネルギー遮断性などがある。各性能項目に対して適切な照査指標を設定する必要がある。例えば、乗り心地・歩き心地に対しては、現時点で考えられる厳密な意味での照査指標は、乗客や歩行者に伝わる変位加速度であろう。また、簡便な照査をするのであれば、指標として、例えば、道路における段差、隙間、折れ角、舗装面の種類などを考えればよい。従来のコンクリート構造物の設計において、新設構造物の設計、補強設計を問わず、これらの使用性に関する厳密な意味での照査はほとんど行われておらず、これからの課題であるといえよう。

復旧性という概念は、地震作用に対する設計から出てきたといえる。コンクリート標準示方書耐震設計編のレベル2地震のような大きな地震の後にも、使用性に何ら支障を与えないという要求レベルは一般的には経済的な負担を余りにも大きくする。かといって、安全性だけを確保するのであれば、地震後の復旧作業にも支障をきたす。そこで、構造物の損傷という観点で中間的な復旧性が導入されたのである。

社会・環境性、施工性、維持・管理性、解体・再利用性に関しては、従来ははっきりした概念も存在せず、今後適切な照査指標の構築が望まれる。

構造物の保有性能の経時変化を評価する方法としては、①材料の経時的変化、構造状態の変化を物理・化学モデルにより表現し、想定される荷重・環境作用下における構造物の状態の経時変化を数値解析により予測する方法、②簡便な仮定を用い、使用材料、構造形式、施工条件、荷重・環境作用などの既知量に基づき、構造物の状態を時間の関数として評価する方法、の2つを上げている。保有性能は時間とともに劣化するので、一般的には供用期間終了時における照査をもって供用期間中の照査に代えることができる。

3. おわりに

本報告の内容に関し、貴重な議論を交わすことができた補強設計小委員会各委員およびコンクリート委員会示方書小委員会使用性WGの各委員に厚く御礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) 補強設計小委員会:コンクリート構造物の補強設計・施工の将来像、コンクリート技術シリーズ、土木学会、28号、1998年4月