

## 「コンクリート構造物の設計認証・保証システムに関する研究」成果報告書（概要版）

研究代表者 横田 弘（独立行政法人港湾空港技術研究所）

### 1. はじめに

不適切な構造物が建設されてしまった場合に、それが社会にもたらす影響は甚大である。コンクリート標準示方書に見られるように、コンクリート構造物においては既に性能設計体系が導入され始めており、この体系を有効に機能させ優れた構造物を真に実現するための、設計および性能照査の結果を認証・保証する仕組みおよび手法を検討する必要性は言うまでもない。つまり、合理的な性能設計体系を根幹に持ちつつ、それを補完する形で、目的に適った信頼性の高い構造物を確実に実現するためのシステム、不良な構造物を生み出さない仕組み、もしそれが生み出されてしまった場合の社会的フェイルセーフのあり方について考えておく必要がある。

このような背景のもと、本研究は、信頼性の高いコンクリート構造物を確実に実現するための認証・保証システム、不良な構造物を生み出さない契約や検査の仕組み、万一不良構造物が生み出された場合の社会的フェイルセーフのあり方について検討することを目的として実施した。土木学会コンクリート委員会の中に設計認証・保証システム研究小委員会を組織し、4回の会議を開催したとともに、平成18年土木学会全国大会研究討論会等で情報を収集した。各会議では、関連する分野での第一人者をお招きして話題提供をお願いし、それに基づく議論を行った。また、第3回会議では、土木学会コンサルタント委員会のメンバーと意見交換を行い、コンサルタントの立場からコンクリート標準示方書と設計認証・保証の関連について有意義なご示唆をいただいた。

これらの活動を基に以下の観点から本研究の成果をとりまとめた。

- ・設計者と照査者の責任分担
- ・建設構造物の品質管理システム
- ・資産としてのコンクリート構造物の評価
- ・国土交通省の取組み（新技術の導入と品質確保の促進、港湾構造物における適合性確認制度）
- ・耐震強度偽装事件からの教訓
- ・海外における認証システムの現状（台湾、シンガポール、香港、ベトナム）
- ・土木学会コンクリート標準示方書の改訂に際して（標準示方書に基づく仕様書と設計施工マニュアル、検査、維持管理の観点からの不良物件の取扱い）
- ・関連情報（新薬の研究開発・承認・市販後調査のプロセスと副作用救済制度）

本稿は、上記の成果の一部を記述した研究成果報告書の概要版である。成果の全文は、コンクリート技術シリーズ No.75 として別途発刊している。

### 2. 構造物の検査・照査システムの概観

コンクリート標準示方書は、2002年版において「仕様規定型」から「性能照査型」の示方書に改定され、

現在に至っている。「性能照査型」示方書のメリットは、要求に対する性能の確保を保証する方法を規定せず、自由な発想での設計や、技術開発等によって開発された新しい材料、構造形式、施工方法であっても、きちんと照査すればこれらを利用できるという点にある。このため、時代の変化に応じて各種の工夫を容易に取り入れることができる。

しかしながら、単に性能設計体系を敷くだけでは、世の中が優れた構造物で満たされ、不良な構造物が皆無になるとは限らない。その一因は、性能照査を行う場合の性能の規定、設計の結果についての認証や保証の方法などについてまだ十分な議論がなされていないことにある。また、責任技術者の責任範囲と評価、問題が発生した場合の対処方法などにも十分対応できていない。不適切な構造物が建造された場合の影響は甚大であるため、性能照査体系を有効に機能させ優れた構造物を真に実現するための、設計・照査・検査の望ましい体系について考える必要がある。すなわち、不適切な構造物を生み出さない仕組み、もしそれが生み出されてしまった場合の社会的フェイルセーフのあり方について議論していかなければならない。

土木構造物は大規模である、完成までに時間がかかり、多くの技術者等が関与する。また、現場での施工が中心となるため、その品質の確保は容易ではない。構造物の品質を確保するためには、計画から設計、材料選定、施工、維持管理のいずれの段階においても過誤、手抜き、不良行為などが行われないようにすることが最も大切であることは言うまでもない。特に、知識不足による間違いやケアレスミスおよび知識や経験がありながら行う不法行為を排除する必要がある。そのため、構造物の設計・施工において、不法行為などが発生しないような監視システム、契約体系などを考えることが重要となる。性善説に基づいた技術者倫理ばかりを要求しても、相応の報酬や相応の待遇が行わなければうまく機能しない可能性が高い。

実際の構造物の設計は、各種の設計標準や基準類だけでなく、設計指針などの技術資料や研究論文など技術的な知見を活用して行われる。このとき、法令に準じてなされる性能規定等の拘束力のある部分と、性能を実現するための手法等の拘束力のない部分の位置づけを明確にしなければならない。基準等で達成されるべき性能だけを示して、その実現手法に自由度を与えたとしても、最終的には所要の性能が満足されることを何らかの方法で証明し、ユーザに保証するシステムが確立していないと、本来「性能規定」は実効のあるものとはならない。そのため、性能照査型の基準類を補い、柔軟な対応を可能とする仕組みを確立し、多様な解に対応できる照査技術の充実・高度化、事後的措置に過度にゆだねないシステムの付与を検討していかなければならない。

我が国における土木構造物の設計は、一般的にコンサルタントが受注し、その成果物を発注側が受け取り、検査する。そして、その成果物を用いて施工者と契約し、構造物が建設される。設計成果物のチェックはコンサルタントと発注者が二重で行うことが一般的と思われるが、最近では発注者の能力や人数の関係から発注者以外に行う例も多く見受けられる。設計成果物の二重チェックを行うにあたり、それぞれの責任分担が契約上不明確であることが多い。建設された構造物に設計ミスが発見された場合、その構造物をつくり直すか、補強するかに対応をしなければならないが、その費用を誰が負担するか、責任の所在はどうなるのかが明確ではない。責任を負う場合にしても、それに見合う費用が払われているか、それに足る能力の技術者を配置しているのかなどの課題がある。そのため、発注者とコンサルタントの相互の責任分担を契約の中で示すことが必要であり、担う責任の大きさに応じて、それに耐えられる規模の会社の選定や、保険での補償システムなどが必要になるとと思われる。

設計を実施するにあたり、最も大切な課題として発注側および受注者における能力のある責任技術者の選定がある。責任を担うそれぞれの組織に責任技術者の配置を義務付け、その責任技術者には所要の能力のある者を選定し、技術上の権限をこの技術者にあたえることが必要である。すなわち、技術者の地位と責任を

明確にし、それに見合う責任と報酬を与えることが望まれる。

確信犯的な偽装でなくても、善意の設計技術者が間違いを犯し、それが訂正されずに世に出ることは珍しくない。その大きな原因は、簡素化された設計照査システムにある。悪意にせよ善意にせよ、我が国のシステムでは設計ミスを見つけ出すことは、経験と知識に富んだ技術者の目を通らない限り、限りなく困難である。それは、我が国の設計照査システムが、二つの大前提、すなわち、「土木技術者は善人である」と「発注者は間違いを犯さない」、という危うい土台の上に立脚していることによる。このシステムで設計ミスを防ぐには、発注者と受注者の両者もしくはそのいずれかが頑張るしかない。また、このシステムでは、設計責任および照査責任の所在が曖昧である。

設計ミスを防ぐ第一は、設計能力を上げることである。このために、設計責任と権限を明確にするシステムが必要となる。これは設計者のインセンティブにも繋がる。善意のミスおよび悪意の偽装の双方を防ぐには、第三者による照査を積極的に取り入れるのがよい。間違いのないものを提出するのは当然のことであり、照査は設計業務に含まれるという考え方を捨て、照査業務を別途契約する。当然、照査技術者は設計者より上級の資格と経験を必要とし、照査責任が生じる。設計ミスに対する罰則を明確にすることも必要である。これまでの性善説を捨て、能力の低いもの悪意のあるものを排除するシステムを構築することが、良質な社会資本を蓄積する第一歩である。

### 3. 設計者と照査者の責任分担

土木構造物の設計は、過去には発注者が設計・照査までを行っていた。そして、その結果に基づいて、施工者への発注が行われ構造物が建設されていた。現在では、構造物の設計は、一般的に発注者が求める構造物の機能・性能を決定し、コンサルタントが設計を受注して行う。発注者は、その成果物を受け取り、検査をして、その成果物を用いて施工者と契約することで、構造物は建設される。

このような土木構造物建設に至る流れの中で、設計成果物の照査は、明文化はされていないがコンサルタントと構造物を施工者に発注する発注者が二重で行うことが一般的である。このように二重のチェックを行うことで、特に安全性に影響を及ぼすような設計ミスが生じないように配慮されている。最近では発注者内のインハウスエンジニアの能力や人数の関係から、発注者以外で照査を行う例も多く見られてきている。具体的には、発注者は設計コンサルタントとは別に照査のみを別のコンサルタントに発注を行ったり、施工者である建設会社にも照査を実施させることで、二重チェック体制を維持し設計ミスの発生をなくす仕組みとなる。なお、従来は、しばしばコンサルタントの業務を施工者が事前に手伝えることが行われていた。これにより二重のチェックを自動的に行っていた側面はあるが、そのような行為は現在認められておらず、発注者が照査に関わる金銭的措置を契約行為にしたがって行う必要がある。

上記のように、設計成果物に対し二重の照査体制を行うにあたり問題になる点は、設計ミスが発生した場合にそれぞれの照査者の責任分担が契約上不明確である点が多いことである。建設した構造物に設計ミスが発見された場合、その構造物を撤去・再構築するか、要求性能を満足するように補強するかに対応をしなければならない。しかしながら、再構築あるいは補強する場合にもその費用を誰が負担するのか、設計ミスを起因として人的被害などが生じた場合の責任の所在およびその責任を負う場合に責任に見合う費用が払われているか、責任を負ってもらうに足る能力の人を配置しているのか、などの問題が現状では存在している。

構造物建設後に設計ミスが発生した場合の責任の所在ならびに費用負担の問題に触れたが、費用負担については責任の所在が明確になれば様々な負担方法があるにせよ、負担に対するプライオリティは明確になる。

責任の所在は、一般には、契約上で明確にされるべき事項と考えられるが、構造物建設に伴う契約においては、従来から設計ミスに対する責任分担は不明確なことが多かった。そのため、過去においては発注者が照査の一端を担っている場合であっても、責任を施工責任に転化することで、施工者が費用負担も含めた補強工事を行うなどされていた。これは、設計・照査者であるコンサルタンツの金銭面を含む責任の負担能力が小さいことによるものと考えられる。しかしながら、施工者が発注者に行う慣習的なサービス行為は、現在の社会環境や入札実態の中では行うことは困難であるのは自明であり、また本来必然性のないものである。そのため、今後は設計者と照査者の相互の責任分担を契約の中で明確に示す必要がある。

設計者と照査者の責任分担を明確にする上で、現状ではそのシステムが存在しないという点も含め幾つかの問題が存在している。単に責任の所在だけを契約書上明確にしても、責任を負うに値するシステムが存在しなければ実効的なものにならない。以下に責任分担を行うにあたり考慮する必要があると考えられる事項を幾つか列挙する。

- ① 責任を取り得る規模の会社の選定
- ② 責任に見合う契約金額
- ③ 保険での補償システム
- ④ 責任を判断するための記録

上記の個別の項目を実施するには、いずれにしても契約システムの根本的な見直しが必要となる。契約システムの見直しについては、土木技術者ならびに建設系企業の社会的地位や価値向上となるシステムを学会として検討し提案することが望まれる。

責任の所在を明確にする上で、設計者・照査者のいずれにより大きなウェイトがあるかを考えなければならない。性能照査型体系の元では、設計行為と照査行為は明確に区別される。設計は、形式・形状などを決める行為と考えれば、設計行為の中では必ずしも要求性能を満足する解は要求されないことになり、要求性能を満たすかどうかの判断は、照査の役割となる。したがって、責任の所在は、設計・照査を区別したシステムでは照査者のウェイトが大きいと見なさざるを得ないであろう。

設計ミスは設計を実施するにあたり、リスク要因として常に存在し、そのためにリスクを補うためのシステムが必要となるが、それ以前に考えなければいけないことはそのリスクの発生確率を如何に小さくするかということである。システムとして対応する方法の一つが二重チェック体制であるが、どのようなシステムであっても、根幹となるのは技術者個人の能力である。発注者および受注者における能力のある責任技術者の選定が行われれば自ずとリスク確率は減るはずである。責任を担うそれぞれの組織に責任技術者の配置を義務付け、その責任技術者には能力のある者を選定することが重要である。しかしながら、そのような技術者に要求される責任に対しては、同程度の技術上の権限を与えることが必要である。さらに、その能力に対する対価は当然支払われるべきである。権限および権利を与えることなく責任のみを押しつけければ、優秀な人材は建設分野には集まらず、また能力ある技術者育成も行えないと考えるべきである。また、その場合技術者の能力の評価方法が必要となるが、資格制度を活用することもひとつの方法である。ただし、その資格が社会的信頼を維持していくための資格の剥奪も含めた仕組みを資格制度側で確立していくことが大切である。

技術者の能力とともに、リスク確率を低減する方法の一例として、設計の簡素化が挙げられる。技術の進歩に伴い設計法そのものが近年高度化かつ複雑化していることは事実である。例えば構造物の耐震照査においては、土木学会コンクリート標準示方書では、地盤までのモデル化を含めた非線形の動的解析が基本となっており、そのような手法を扱う場合、従来の方法に比べ格段に扱うデータ量も多くなりミスが生じやすく

なるとともに、得られた結果を判断することにも高度な技術力が要求される。そこで、既存の構造形式である限定された条件下の構造物に対しては、事前に性能照査基準を満足することを確認した簡便な設計計算手法を与えれば、ミスが生じにくくするとともに、多くの構造形式の比較により構造形式選定作業を行うことも可能になる。また、そのような簡易な設計手法によれば、計算書がわかりやすくなり、計算書のチェックも行いやすくなる。

#### 4. 建設構造物の品質管理システム

建設事業とは、人間の生命を支える長期寿命の特注品の製造を行うものであり、建設産業の品質・保証問題の社会的影響は多大である。したがって、建設関連企業の品質管理や品質保証に対する責務は、他産業のそれに比べてはるかに大きい。我が国の建設産業は、世界で最も優れた施工技術・品質管理を有していると考えられてきたが、その根幹を揺り動かすような品質欠陥問題が発生している。その端的な例が、建築物の耐震強度偽装事件である。これに見られるように、意図的な品質欠陥よりは、プロフェッショナル意識の欠落と思われざるを得ない欠陥が増加している。

これまでの品質欠陥問題を分析してみると、「結果の管理」に主眼が置かれており、「経過の管理」という思考の枠組みが見られないことが品質管理問題の発生の構造になっている。建設プロジェクトの品質管理には「経過の管理」が必須条件であることは自明であり、我が国の建設プロジェクトの遂行には品質管理上構造的な欠陥が内在することになる。施工段階へ設計構造性能の伝達が不十分あること、および施工段階で設計構造性能が担保されないことに起因する品質欠陥の発生がほとんどである。

建設産業は受注生産業である。つまり、顧客の意志を先取りして製品を造る見込み生産業ではなく、顧客の意志に従って製品を造る産業である。したがって、顧客の意志を先取りするか、意志に従って製品を製造するかで、「商品」の捉え方が違ってくる。建設契約の特徴は、「想像物品」の取引を対象とした契約であり、①各契約条項が取り扱う事象の確定度が低い、②契約条項は発生する問題に対する対応方法を規定するものとなる。契約とプロジェクトの遂行に際しては、

- ① 受注者は発注者との間で交わした契約の内容と条件に従って工事を遂行する義務がある
- ② 受注者は契約書を精読し、契約の内容と条件熟知し工事を遂行しなければならない
- ③ 受注者は契約の内容と条件に従って工事を遂行する経過を発注者に開示し、発注者はそれを確認する義務がある

というように、経過の相互確認をし、結果の管理を基盤とする執行システムになっている必要がある。しかし、現状は経過の管理という施行の枠組みがなく、契約金額と竣工期限のみの管理となっている。

日本の建設産業の基盤は、「信義則」である。これは、建設業法第18条において「建設工事の請負契約の当事者は、各々の対等な立場における合意に基づいて公正な契約を締結し、信義に従い誠実にこれを履行しなければならない。」と規定されていることによる。したがって、発注者は、請負者が信義に従い誠実に工事をするという前提の下に工事監理を行うことになる。ここに、「結果の管理」の原点がある。相互不信頼の領域のマネジメントは、信頼を築くことで補っていると言える。

日本の建設工事は、発注者と請負者による二者執行構造になっている。これは、日本の標準契約約款の基本理念において、発注者と請負者の役割しか記されていないことによる。この二者執行構造は、政府が執行を決定し、建設企業が着実に実行するもので、戦後復興や迅速な経済発展基盤整備に最も適した形態であったと言える。

一方、国際建設市場では三者執行構造が基本である。つまり、発注者と受注者から独立した立場にある専門技術者集団（建設コンサルタント）がプロジェクトの経過を管理する機能を果たすわけである。その結果、発注者は執行監督者から調達者へ性格を変えることになる。

前述のように、我が国の建設産業は、「結果の管理」を基盤とするシステムによっているが、世界の建設産業の大半は「経過の管理」が基盤となっている。土木構造物の建設において、その品質は価格と品質が総合的に優れた内容の契約により確保されている。つまり、発注者に「価格と品質」が総合的に優れた内容の契約がなされることを義務づけることにより、受注する企業の適切な施工や技術力の向上意欲を高め、公共工事によってもたらされる社会資本の品質が確保されることを規定している。

会計法においては、最低入札価格が契約対象となる。不良・不適格業者の排除は発注者の責任である。しかし、我が国の入札においては、請負総額を記した用紙の提出を基本形としており、施工計画書、工程表、積算（単価）内訳書の提出は入札時および契約時に義務付けられていない。その他、種々の問題があり、論理性の希薄な入札・契約システムとなっている。したがって、契約総額と完成期日以外に契約的の両当事者を束縛するものはないということになり、「経過の管理」の必然性が生まれ難い構造になっている。国際建設プロジェクトにおいては、施工計画書が技術評価の対象として扱われている。特に、土木工事においては現場での生産技術に直接関わる事項であり、応札者の工事に対する理解度や計画能力の確認のためにも、入念に評価される。

公共工事における発注者と受注者の工事遂行責任の範囲は契約形態によって変化する。しかし、工事遂行責任を受注者側に移しても、発注者の工事の監督・管理責任は変わらない。また、発注者の工事監督・管理責任は受注者との契約の中に存在するだけではなく、納税者（国民）との契約の中にも存在する。建設産業の品質管理・信頼性技術の向上には、発注者、設計者、施工者が持てる技術力を統合しうるシステムを早急に構築する必要がある、「経過の管理」の枠組みを構築する必要がある。

## 5. 土木学会コンクリート標準示方書の改訂に際して

企業体や公的機関のコンプライアンスに対する意識は大きく向上し、安全を脅かすような公共施設の事故や事実隠蔽等が発生した場合、技術的対応と説明を誤ると、立ち直れないほどの損害を被ることも、事例に事欠かない時代となってきている。第三者中立機関による提案や文書とは異なる内容を、法的な強制力を伴う規準類等で規定しようとする場合、規準類に責任を持つ発注者や監督者等は、少なくとも説明責任からは免れ得ないと言えよう。コンクリート標準示方書は法的強制力の無い学会の自主出版物であるが、中立的立場にある善意の技術者集団が発信する技術文書であり、社会に対して一定の影響力、説得力を有する文書と認知されている。標準示方書は実行可能な設計仕様書としての直接的な価値のみならず、設計施工の認証や品質保証の背景を形成する、という間接的な役割も今後は果たすものと想定される。本節では構造物の品質保証・認証の観点から、今後の改訂で盛り込むべき内容を整理したい。

**Specification**（仕様書）は工事プロジェクト毎に設定され、これに従った設計施工計画が個々の入札の対象となるのが世界標準であり、そもそも我が国の建設プロジェクトの原型もこれに倣うものであった。コンクリート標準示方書は様々な **Specification** の標準を示すものと位置づけられ、**JIS** 等の工業規格（**Standard**）に相当する内容は、強制力を有するものとして別途規定されていることを前提としている。これを標準・参考にして、個々の構造物や社会基盤施設群に対して、それぞれに特化した仕様書を発注者が設定することを前提としていることを再度、確認しておきたい。標準示方書を憲法になぞらえれば、民法、刑法、商法などの個々の

実行法規類に相当する規準類・マニュアルが整備されることが、実質的に必要である。現在、コンクリート標準示方書の改訂が行なわれている。あわせて、対象を絞った具体的な設計・施工ごとに、それぞれ標準・マニュアルの整備が進められつつあるが、これを意識したものといえる。コンクリート標準示方書を性能照査型に発展・転換するに際して、対象を明確にした実効指針類も同時に整備していくことが条件となったのも、このような歴史的な背景と無縁でない。

過去には、鉄道構造物、電力施設（原子力、LNG タンク）、港湾構造物などで限界状態設計法、性能照査型設計が制定されてきた。設計認証・品質保証に関連する最近の話題として、原子力施設の耐震性能バックチェックが挙げられよう。設計入力的大幅な見直しに伴い、すべての原子力施設の耐震安全性の最終チェックが義務づけられた。2007年初頭には、早々に中部電力浜岡原子力発電所施設の耐震バックチェック報告書が原子力安全・保安院に提出され、同年4月から公開で審査が始まる。非常用海水管ダクト、ポンプ室等の屋外重要土木構造物については、コンクリート標準示方書を基本指針として制定された土木学会指針に従ってバックチェックが行われた点は、注目に値する。地盤-構造系の動的非線形3次元応答解析および破壊損傷解析を全面的に取り入れた最新の解析・設計技術が用いられている。おそらく公的な設計認証・耐震性能保証で、完全3次元動的非線形応答解析が適用された最初の事例と思われる。ここで重要な点は、解析方法や限界値の適否が学会という中立機関で既に議論され、照査システムの精度と信頼性が学会で策定された実験等によって確認検証を受けていることにある。国側がこれを受け入れるか否かは今後の審査に委ねられるが、少なくとも最新の技術で設計認証をするか否かの説明責任は負うこととなる。以上の事例を引き出すまでもなく、設計認証・品質保証の実際は標準示方書のレベルを超えて、これを基礎に置く個別対応のレベルで認証が行なわれる。換言すれば、標準示方書の存在は、コンクリート系社会基盤施設の設計認証・品質保証の“横”の統一性・整合性が付与される点で重要である。標準示方書を標準とした、実効指針類を広く整備していくことが、設計認証の基盤づくりになるものと再認識したい。

構造性能や耐久性の照査の不備で大きく資産価値を損なう結果を招くこととなった事例は、阪神淡路大震災以後に限れば稀である。構造安全性や耐久性を担保する設計計画については、不十分な点は多々存在するものの、総体としては一定の水準に到達しつつある、と認識される。施工に関わる規定や手法も、相互の整合性などに工夫の余地は多く、漏れもないとはいえない。しかし、個々の条項は過去の施工検証を経て十分に信頼性のあるものとなっている。にもかかわらず、現実の問題として最終成果物としての社会基盤の品質に大きな問題をかかえている事例は少なくない。原因の殆どが、設計施工計画で設定された個々の事項が、現場で実行・実現されなかったことによる。極論を言えば、日本のコンクリート構造物すべてのかぶりを設計図面どおりに達成することが社会システムの中で保証できれば、耐久性問題の9割以上は解決である。示方書で規定される内容を、確実に達成するための技術的事項を強化することが、構造の品質保証の急務な課題である。

検査に関する事項が標準示方書に規定された事は意義深いことと受け止められる。検査によって責任の所在を明確にすることが提案されているが、残念ながらこの提案が一部でも具体化している事例は限定的である。上記の事例にも倣い、標準示方書に記述されている「検査」をもとに、実効検査仕様・検査標準とそれを反映させた工事契約約款の標準の両者を提示することを提案したい。性能設計は最終成果物たる構造性能が達成されるのであれば、従来の仕様規定に縛られることはないといわれる。しかし、達成される性能が確実に判定できることが必須の前提条件であり、この点がセットとなっていることが忘れられがちである。土木構造物の受入れ検査で確認可能な当初設計性能要件は限られる。ここが工場等で大量に製造される製品と異なる点である。構造性能の担保には、施工途中段階で実効可能な「仕様の検査」に大きく依存することを

再認識したい。仕様規定の設計は、実は建設プロセスの検査と親和度が高いという大きな利点もあったのである。

性能照査型の設計では、性能判定に親和度の高い項目を選び抜いて、間接的にでもこれを検査と込みで担保していくことが、性能設計の結果を良くする上で不可欠である。現在の標準示方書では、検査の項目と検査する時と場所、責任の範囲の精神を規定している。今後は、設計計画で設定される要求性能とそれに見合う検査の具体的な項目と合否判定数値、そして不合格となった場合の標準的な対応措置について、社会基盤施設ごとに標準仕様の提案を行なうのがよいと考える。海外の建設プロジェクトでは、過程の検査と管理が存在しないことはあり得ず（責任施工という考えは存在しない）、検査の過程の結果次第で、甲乙で責任の分担範囲が契約をもとに確認され負担の内容が決まり、あわせて以後の改善が検討される。どのような検査システムと数値管理がどのような結果を与えるかについては、系統的な研究・分析は十分に行なわれているとは言いがたい。そうなれば、全ての項目について厳格に検査するか、あるいは実質的に機能しなくなるかに分枝する。すべてに厳格ということは不可能であり、結果は全てに非厳格となることは想像に難くない。必要にして十分な検査システムは、現場直結型の今後の重要な研究課題と位置づけたい。検査結果から検収、技術的判断を行なうことは専門職の域にあるが、検査自体は特段の専門技能を必要とするものではなく、所定の手引きに従って数値を求めていくことが可能な作業である。専門職でなければ検査できないというのは、品質保証システムの中で検査技術に値するものではないとも言える。技術開発の要件として、現存する検査の再評価も必要であろう。

次に、検査で不合格となったときの対応を事前に規定し、事業発注者と受注者間で予め合意しておくことが、過程の管理と最終成果物の品質保証を実効性のあるものとするために必須である。事前にトラブルの発生を想定し、その前提にたつて契約や計画がなされるべきである。そのためには、契約約款に検査内容と合格、不合格時の対応を盛り込み、リスクを誰が負うかを事前に明確にしたうえで、発注者・受注者双方で想定されるリスクに対して準備しておくのが、品質保証の実効性を挙げる次のプロセスと思われる。コンクリート標準示方書で書き込まれている検査と、その理念を実効性のあるものとするには、契約約款例あるいは約款標準までを提示することが、今後のコンクリート委員会での検討事項と考えられる。同様の検討・提案が土木学会建設マネジメント委員会、ならびに土木学会構造工学委員会で検討されていることは、心強い限りである。連携して、これらの議論のなかで有効と思われる施策を盛り込んだ具体性を第一とする約款－検査システム－検査判定規準のセットを提示できれば、と思う次第である。

## 6. 維持管理における不良物件の扱い

コンクリート標準示方書〔維持管理編〕では、構造物の変状として初期欠陥、劣化、損傷の3種類があるとしている。すなわち、初期欠陥を取り扱っており、ひび割れ、豆板、コールドジョイント、砂すじなどをその具体的な症状として挙げている。これらの初期欠陥には、構造物の建設の方法に応じて直ちに生じるものや、供用開始後の初期に発症するものが含まれている。しかし、維持管理編では、初期欠陥は初期点検（≡新設構造物や大規模対策後の竣工検査）で発見され、所定の対策により回復されるべきものと考えており、その後の長期の供用期間にわたる維持管理においては、初期欠陥は存在しないものとして取り扱われている。

維持管理編がとりあげるこのような初期欠陥は、構造物が不良物件であると言った場合の一つの側面といえる。しかし、構造物の一生のうちのさまざまな段階で、さまざまなレベルで、不良となることがありうる。段階とは、計画、設計、施工、維持管理といった時系列上の段階である。レベルとは、技術面、コスト面、



体制面（集団）、倫理面（個人）のイメージである。計画、設計、施工、維持管理の各段階での不良、と言った場合には、しばしば技術面の不良を指しているものと思われる。一方、新聞等に掲載される記事によると、不良物件らしき物件について「施工不良」という用語が用いられ、その原因として「手抜き」すなわち倫理面の問題だと指摘しているような印象を受けるが、さまざまな段階やレベルで不良となることを考慮すると、不良物件はその真実を必ずしも正しく表現されていないように思える。

とはいえ、現段階では、技術面の不良と、いくら高度な技術を有していてもレベルに応じて発生する不良とは、必ずしも明確には区別できないだろう。例えば、維持管理段階では、1年後に効果がなくなる非常に安価な表面処理は、不良物件なのかどうか、絶対的な判断を下すことが困難である。

維持管理編では初期以降の長期の供用期間にわたる維持管理においては、初期欠陥は存在しないものとして扱われている。そのうえで、環境作用、荷重作用によってそれぞれ劣化、損傷が発症、進行するとしており、それらの症状は中性化、塩害、アルカリ骨材反応や疲労などの劣化機構によるとしている。時間とともに進行するタイプの変状（塩害、疲労などの劣化機構に基づく変状）では、診断において点検に基づき劣化予測を行い評価および判定を実施し、診断の結果により必要な場合は対策を実施し、これらの一連の維持管理の行為を記録する。

しかし、維持管理編が取り扱う初期欠陥以外の不良が存在する場合、すでに想定されているさまざまな劣化機構以外の想定外の劣化・損傷が発症することが考えられる。つまり、劣化・損傷の原因が理解できなくなる。あるいは、例えば中性化の劣化機構で発症、進行する場合でも、劣化予測が想定外となることが考えられ、しばしば劣化速度が速くなるものと思われる。これらは、維持管理が技術面でもコスト面でも困難となることを意味する。維持管理において、通常でも最も困難なプロセスが劣化予測である。不良物件は、おそらく挙動のばらつきの拡大につながり、劣化予測を困難とするであろう。また、素性が分からなければ、適切な対策の実施も困難となる。

先述のとおり、不良物件は存在するが、その原因を明確に区別するのは難しい。したがって、「不良物件をなくすには」という対策が直ちに提起できるとは思えない。ただ、一つにはモチベーションを高めることを挙げることができよう。一例としては、設計図面と異なる配筋や、継手の位置が異なるなどは、一見微細なことのようにだが、その重要性を理解しようとする動機付けが必要である。検査は難しいので、きっちり作る必要がある。また、近年、総合評価方式の発注形態へと進んでおり、落札価格に加え技術評価を行う試みがなされている。建設業者として、言われなくてもやるべきだと考える技術者を正しく評価し、絶やしてはならない。もともと、工学的には100%を求めているところへ、基準類の独自策定や、VE提案（設計、施工上の工夫）によって、100%に近づけようとする技術者がいる。右肩上がりではない時代での気持ちの持ち方を個人で考えておく必要がある。構造物を建設することによる便益（誇り）を考慮する必要がある。

もう一つは、維持管理の結果を、PDCA（Plan, Do, Check, Action）サイクルによって、計画、設計、施工へフィードバックすることである。このプロセスはCheckを含むため、Checkされる側は嫌なものである。しかし、不良物件となる理由の一つの技術的側面の改善へ結びつくのであって、むしろモチベーションの向上につながる事が期待される。

## 7. まとめ

本報告書は、委員会活動の成果として、1年間という短い期間ではあるがその活動の成果をとりまとめたものである。今後さらに研究を進めて行く必要があることは言うまでもないが、コンクリート委員会あるいは

は土木学会として、良質な社会基盤施設を建造し、後世に残していくための議論に、本研究の成果がその参考となれば幸いである。

最後に、本小委員会の研究活動にあたって、話題提供をいただいた石橋忠良氏(東日本旅客鉄道株式会社)、草柳俊二氏(高知工科大学)、田中仁史氏(京都大学)、中村孝明氏(株式会社篠塚研究所)、報告書作成にご協力いただいた河野広隆氏(京都大学)、渡辺泰充氏(清水建設)、Phan Huu Duy Quoc 氏(清水建設)、および小委員会メンバーの下村 匠氏(幹事、長岡技術科学大学)、秋山充良氏(東北大学)、呉 智深氏(茨城大学)、中村 光氏(名古屋大学)、服部篤史氏(京都大学)、前川宏一氏(東京大学)、三島徹也氏(前田建設工業株式会社)、渡辺博志氏(土木研究所)に厚くお礼申し上げる次第である。