

# 設計規準に期待するところ

Future Prospects of Design Codes

早稲田大学理工学部教授  
Professor, Waseda University

依田 照彦  
Teruhiko YODA



近年、設計規準が世界中で見直されている。構造物を設計する際のルールが改正されているわけである。スポーツの世界でも定常的にルールの見直しが行われている。しかし設計規準のルールの見直しは、スポーツ界のそれとは違うように思われる。背景には、グローバリゼーションとメガコンペティションがあるとされている。技術的な障壁を取り除いて、公平な競争が世界中で行われることが期待され、世界各国はそのために国際規格との整合化を余儀なくされている。国際規格はISO規格とも呼ばれ、国際標準化機構（ISO）から発行されている。国際規格を作成している規準作成者（コードライターと呼んでいる）が世界各国から均等に集められていないことを考えると、ルール作りに地域性が反映される可能性を否定できない。地域性がどのような範囲に及ぶかが問題となる。ヨーロッパではEUが一つ地域を形成し、欧州規格であるユーロコードを作成している。したがって、わが国独自の設計規準を国際規格とすることは地域性から考えて難しい。わが国だけではローカルすぎるのである。少なくともアジアの一部を意識したものでなければならないように思われる。国ごとに、社会・経済・歴史・伝統・文化・環境などに違いがあるので、設計規準といえども世界共通の単一規準（グローバルスタンダード）ですむとは思えない。グローバル（global）な設計原則の基に、ローカル（local）な設計細目を加味したグローカル（glocal：globalとlocalの合成語）な設計規準が世界標準になるような気がする。これをグローカルスタンダードと呼びたい。このような規準であれば、それぞれの国の実情が反映でき、地域間での適切な競争が可能になると思われる。

このような背景の中、国土交通省より、「土木・建築にかかる設計の基本」<sup>1)</sup>がまとめられた。この設計の基

本は設計規準の国際化に対応したものであり、土木分野および建築分野の両分野において設計される構造物全般を対象としている。包括的なフレームを示す目的から設計規準作成のための基本を与えたものである。この基本は、国際規格であるISO2394「構造物の信頼性に関する一般原則」<sup>2)</sup>と整合するものであるが、わが国の独自性を盛り込んでいる点で評価できる。限界状態にISO2394で扱われている終局限界状態、使用限界状態に加えて修復限界状態を取り入れた点、さらに作用についても直接作用と間接作用に加えて環境作用を加えた点である。この2点は、わが国の設計規準の国際化にあたって重要な役割を果たすものと思われる。本論では、この2点について述べてみたい。

まず第一に、環境作用から考えてみる。作用というと奇異に感じられる方もおられると思うが、荷重には作用を変換する際に対象となる構造物の特性に依存する部分があるため、共通的な議論には作用という概念を用いた方がよいとの判断によっている。直接作用は、構造物に集中あるいは分布して作用する力学的な力の総称であり、間接作用は、構造物に課せられる変形や構造物内の拘束の原因となるものである。さらに、環境作用は、構造物の材料を劣化させる原因となるものである。この環境作用を設計規準に取り入れようとした点に「土木・建築にかかる設計の基本」の特徴がある。この環境作用が、鋼材の腐食に代表される耐久性と密接に関連するからである。さらに、維持管理と直接結びつく。ちなみに、ISO2394では環境作用は作用ではなく環境の影響として取り扱われている。維持管理というのは、人間でいえば介護に相当する。現在、高齢化社会を迎えて介護が大きな問題になっているが、橋も同じである。完成後50年ぐらいを橋の高齢化の目安とすれば、わが国の橋の多くが

高齢に向かい始めている。このような橋は壊して造り直すか、あるいは長持ちさせるための方策を講じることになる。高度成長期には壊してどんどん造ることもできた。しかし今は、老朽化したすべての橋梁を壊して再建するだけの経済力は日本にはない。とすると、構造物を介護しながら長持ちさせなければならない。したがって、「今ある構造物をいかに長持ちさせるか」という技術が、最大の関心事となる。維持管理の技術はグローバルよりもローカルな問題であるといっても過言ではない。ここに設計規準のメニューの中に、環境作用を中心に地域性を考慮した維持管理規準を含めることによって、わが国の設計規準が国際規格をリードできる可能性がある。その結果、国際規格（ISO規格）もグローバル化だけでなく、ローカリゼーションを考慮しなければならず、グローバルな位置付けの国際規格ができ上がるのではないかと思う。

次に、二番目の特徴である修復限界状態に触れたい。修復限界状態は、想定される作用により生ずることが予想される損傷に対して、適用可能な技術でかつ妥当な経費および期間の範囲で修復を行えば、構造物の継続使用を可能とすることができる限界状態と定義されている<sup>1)</sup>。終局限界状態と使用限界状態の中間に位置する限界状態である。この限界状態は、技術だけでなく経費と時間の関数で表現されている点に特徴がある。地震が多発するわが国では、地震後に社会基盤施設が早期に機能を回復し、継続的な使用を可能とすることを想定した設計が望

ましい。このとき考慮すべき限界状態が修復限界状態である。私の研究室では、予想を上回る地震により損傷を受けた場合にも、修復可能な範囲に損傷を抑えることができ、2段階の損傷を許容する修復の容易なハイブリッドラーメン橋脚の開発を目指した研究を行っている。図1に示す橋脚が修復の容易なハイブリッドラーメン橋脚のイメージ図である。設計規準を意識していなかったため、未だイメージの領域を出ていないが、わが国の地域性を考慮した設計規準に結びつくのではないかと期待している。

具体的には、図2に示すようにコンクリート充填鋼管よりなるラーメン橋脚の梁部にヒンジのできやすい箇所を設定し、この箇所第1段階の許容できる損傷を許容し、第2段階で柱部に設けられたスリット部（ジャケット継手と呼ぶ）近傍の損傷を許容し、第3段階でラーメン構造全体のリダンダンシー（あるいはロバストネス）に期待するハイブリッドラーメン橋脚を考えている。このハイブリッドラーメン橋脚の特徴は、第2段階までの損傷であれば、容易に補修できる点にある。このようなハイブリッドラーメン橋脚を実現させるためには、要素技術として柱部、梁部、隅角部の耐震性能を十分把握した上で、橋脚全体の耐震性能を考える必要がある。現在、鋼管同士の接合部に溶接接合を利用せず、主部材となる円形鋼管の外径よりも小さな円形鋼管を内管として設置した後に内部にコンクリートを充填し、円形鋼管を一体化させたジャケット式継手を修復しやすい橋脚構造

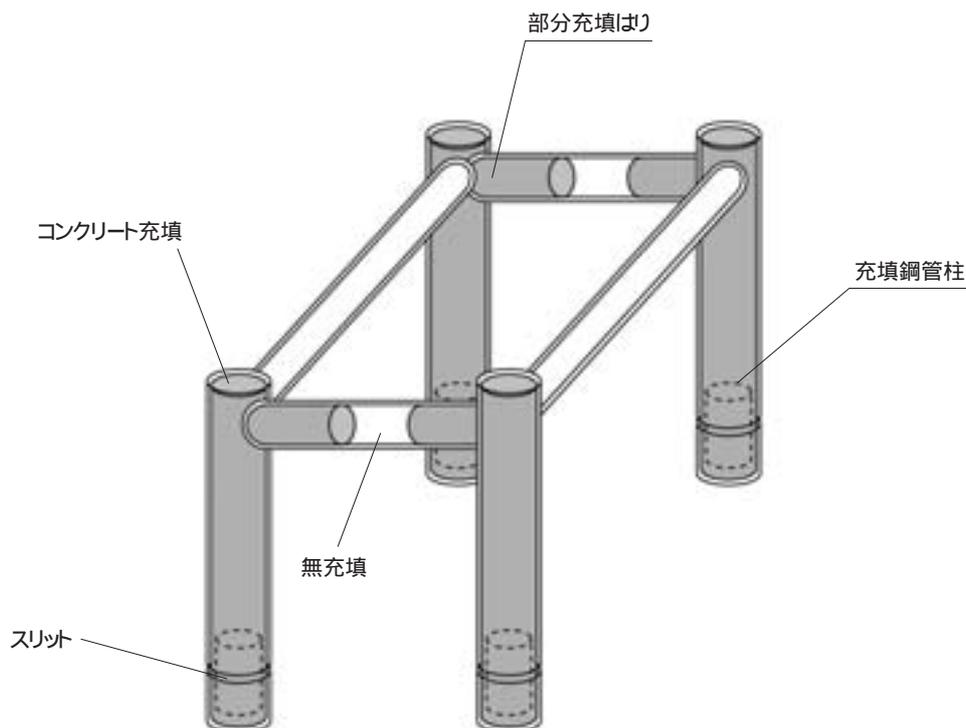


図1 ハイブリッドラーメン橋脚のイメージ図

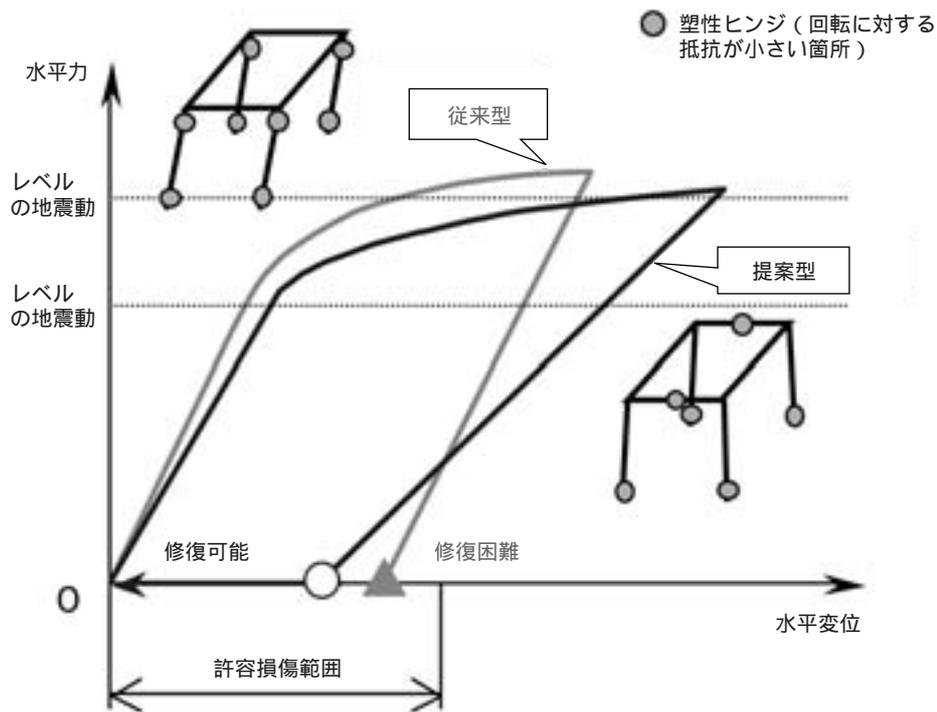


図2 ハイブリッドラーメン橋脚の修復性

と位置づけ、載荷実験を行い、合理的な継手構造の追求を目指している。

以上、設計規準の国際化においてわが国の果たす役割が大きいことを地域性に根ざしたグローバルな見方で述べてきた。風や地震のように地域性が顕著な作用に対しては、わが国の技術の蓄積は世界に冠たるものがあり、国際規格へのわが国からの貢献が大いに期待される。その一方で、土木分野でいわれる活荷重や死荷重のようにニュートン力学が中心にあり地域の差がないと思われがちな設計条項にも地域ごとに差が見られる点は興味深

い。このことは、国際規格（ISO規格）は一つのルールではあるが、変更可能なルールであることを物語っている。逆に考えれば、わが国の設計規準に対する戦略が大切ともいえる。日本発の新しい考え方を国際規格に反映できる日も遠くはないように思う。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省：土木・建築にかかる設計の基本，2002.10.
- 2) ISO2394: General Principles on Reliability for Structures, 1998.3.

