

# 橋梁構造物設計におけるチェックの必要性

伊 藤 敏 一\*・成 岡 昌 夫\*\*

## 1. はじめに

わが国において建設コンサルタント（以下コンサルタントという）制度が発足してから相当な年月が経過し、コンサルタントがめざましい発展をとげていることは、喜ばしい。主として私企業が発注する建築構造物の場合とは異なり、公共構造物が大部分を占める土木構造物の分野では、コンサルタントに発注した設計をいかにチェックするかが、問題となろう。今月の学会誌においても、「土木設計法の考え方」という問題に関して特集があり、すぐれた論文が数多く掲載されているようであるが、あえて、本文を加えさせていただくこととした。

## 2. だれがチェックをするのか

最近の諸外国における箱桁橋の連鎖的破損事故を考えると、設計のチェックの必要性が痛感される。また、設計計算に電子計算機が広範囲に应用されているが、それがいったい、どのようにチェックされているであろうか。また、橋梁の大型プロジェクトも多くなりつつある。そのような場合、設計内容も多岐にわたり、設計者の数も多くなるが、総合的な設計チェックはどうすればよいであろうか。

わが国の監督官庁・コンサルタント・橋梁メーカーなどでは、どんなチェックシステムをもっているであろうか。工事量の増加、規模の拡大という見地から、設計の組織的なチェックシステムを確立することが、わが国では重要な問題ではなからうか？

西ドイツには、Prüfingenieur（照査技師）という制度がある。これについては、さきに本誌5月号で紹介されている。

さて、土木工事の施工にあたっては施工監理技士という制度が公布され、その第1回試験が昨年実施された。これによって、直接に工事にあたる施工業者の責任施工システムが設けられることになった。土木構造物、とくに橋梁構造物の設計においても、Prüfingenieurの制度

をとり、① 発注側における基本条件の設定、② コンサルタントへの発注、③ Prüfingenieurによるチェック、④ 発注側における予算措置、⑤ 工事の発注、というルートが確立することが希望される。

ドイツでは、PrüfingenieurのOKのサインがないと、公共構造物は発注できないようである。

このチェックのシステムについて、橋梁構造物を対象にして、外国での例を示そう。

## 3. 西ドイツのチェックシステム

まず、西ドイツにおける設計チェックを紹介しよう。

DIN 1073（鋼道路橋の計算基礎）の改訂草案（Neuentwurf）が1969年4月に発行されており、現在、まだ、新しい規定は公布されていない。この草案の3章条文には、設計チェックに関連したものが掲載されている。参考までに、それを摘記すると、次のようである。相当くわしく書かれていることに驚く。

### （1）計算の内容

計算書には、以下の項目に対し、十分な説明を与えなければならない。

① 静力学的構造系、② 仮荷重と衝撃係数、③ 使用材料、④ 横断面と横断面値、⑤ 支持構造と支持地盤、⑥ 建設状態。

5章による、すべての耐荷部材と継手に対する応力と安全率の照査は、完全に、理解しやすく、かつチェックができるように行なわなければならない。なお、計算において、施工図面に対する指示事項を明示し、それを図面にも明記しなければならない。

### （2）計算の精度

計算の精度は計算法と構造系に適合したものでなければならない。

### （3）計算方法

計算の方法は自由に選択してよい。新しい計算法を応用する場合には、計算書をつくる以前に、計算者（Aufsteller）と照査技師（Prüfer）とは意見を交換し、合意

\* 正会員 工博 新日本技術コンサルタント 取締役

\*\* 正会員 工博 名古屋大学教授 工学部土木工学科

に達していなければならない。一般によく知られていない公式、および計算法については、それが公表されている場合は、その誘導を展開して、その正当性がチェックされるようにすべきである。また、外国語の文献が引用される場合には、計算書にドイツ語の翻訳をつけるべきである。

電子計算機を用いて計算が行なわれる場合には、プログラムの記号と由来、ならびに計算装置のタイプを示すべきである。なお、影響線および荷重の種類別に区分された断面力が、プリントアウトされなければならない。計算がモデル実験によって補足されるか、あるいは、代用される場合には、実験計画をたてるまえに、計算者と検査技師とは相互に意見の調整をしなければならない。

#### 4. 電子計算機利用の場合の問題点

以上は、設計計算に電子計算機を利用することも考慮にいたした、DIN 1073 (Neuenwurf) の抜粋である。最近、わが国においても、橋梁の設計に用いる計算プログラムをチェック、登録制を実施して、事前に不適当なプログラムを排除しようとする動きがある。しかし、これは一般の格子桁橋、合成桁などを対象としているようである。承認された計算プログラムに対する前提条件が守られているかぎり、問題は少ないと考えられるが、その保証を求めることは一般にむづかしいように思う。

一般の解析プログラムを用いて設計計算を行なう場合設計チェックの立場からの問題点をあげてみよう。

##### (1) 計算結果の合理的なチェック方法

前記 DIN 1073 においては影響線および荷重別の断面力を指示しているが、要は手計算によって抜取式のチェックが可能なデータの添付を要求しているのであると思う。

(2) 構造の理想化および仮定した支持条件が、実際構造の計算目的に適合していること：普通の構造物は広がりをもっているが、これを骨組構造に理想化して解析を行なうので、経験の少ない構造物の設計では、とくに慎重な取扱いが必要となる。また、同一構造物に対しても、求めようとする断面力によって、異なった理想化が合理的であることもある。DIN 1073 で要求している静力学的構造系の説明とは、上記の点を考慮したものであると思う。場合によっては、模型実験により前提条件を定めることも必要であろう。

(3) 節点における結合条件は、その位置における継手構造に適合したものであること：曲げ剛性およびねじり剛性の大きい部材の節点において、とくに、この注意が必要であると思われる。

(4) 解析上、トラス構造として取扱いうる条件：実

際は、理想的なトラス構造は存在しないが、どの範囲までトラス構造として取扱いうるかという問題は、トラスの二次応力に対する考え方によって解決されるだろう。構造物の大型化に伴い重要な課題であると考えられる。

(5) 架設途中における適切な構造系の選定：上述の問題点は完成した構造物を対象としているが、架設中の構造物については、より困難な問題を含んでいる。

#### 5. Leonhardt 教授の意見

西ドイツの Stuttgart 大学の F. Leonhardt 教授は、最近の橋梁展望 (VDI-Z, 113 (1971), Nr. 9-Juni) の中で、次のような意見を述べている。すなわち、電子計算機のめざましい発展により、それが実際の設計にも広範囲に使用されているが、このような現状においても設計計算の簡易化と短縮とは、設計の合理化や照査の面から重要である、と言っている。設計計算が電子計算機に盲目的に依存している現状(?) を考えると、上述の Leonhardt 教授の発言は、反省すべき意見ではなからうか？ 前記の問題点 (1) の計算結果の合理的なチェック方法に対して、簡易計算法などは有益であると思う。

#### 6. イギリスのチェックシステム

イギリスにおいては、Milford Haven の Cleddau 橋 (1970 年 6 月 2 日) およびメルボルンの West Gate 橋 (1970 年 10 月 15 日) の箱桁橋破壊事故を契機として 1971 年 6 月以降、イギリス国内の箱桁橋に対する安全性の照査が行なわれた。そして、環境庁およびスコットランド開発庁、ウェールズ事務局から、「鋼桁橋の設計基礎および架設法の調査に関する中間報告書」(Merison 委員会の中間報告書という) が 1971 年 9 月に発表されている。これには、勧告事項を含む付録 A (設計評価の暫定規定) および付録 B (契約手続き) がつけられている。

この中間報告書に指示された、設計チェックに関係する、おもな勧告をあげると、次のようである。

(1) 技術者の永久設計 (permanent design) は、中立技術者 (independent engineer) によって、設計の概念、応力解析の方法および結果に対する証明について、チェックされるべきである。

また、中間報告書の付録 A の基準に従っていることについてのチェックもされるべきである。なお、中立技術者は、問題とする設計の重要さと複雑さにつり合った経験と能力とをもっていなければならない。

(2) 架設中の構造物の応力照査は、中間報告書の付

録に指示された基準に従って行なわれるべきである。

(3) カンチレバー構造の場合には、技術者と協力して、規則的な間隔をおいて、たわみを正確に測定しなければならない。ただし、測定の日時は、周囲の温度が計算で仮定された温度と、最も容易に関係づけられることを前提として定める。測定および計算によるたわみ量の差異が、技術者の定めた許容公差を越えた場合には、架設工事を中止しなければならない。そして、差異の生じた理由を十分に究明し、残存する架設工事の最中および工事完了後の永久条件のもとでも、橋梁の安全がまったく害されないことを確認するまで、架設工事を開始してはならない。

(4) 技術者は、製作および架設の間に許容される作業公差および不完全性に対する完全な表を作成し、それを現契約の関係者および将来契約に指定されるものすべてに公表しておくべきである。ただし、その表の値は中間報告書の付録 A に与えられている値を越えてはならない。

イギリスでは、このように具体的な勧告を、環境庁およびスコットランド・ウェールズ担当の国務大臣名で全

国的に公布している。このうち、中立技術者による設計チェックは西ドイツの Prüfingenieur (照査技師) 制度<sup>2)</sup> に似ているように思われる。また、架設時のチェックが特に厳密に規定されているのは、これらの事故がすべて架設工事中に発生しているためである。なお、Merrison 委員会の中間報告書は、わずか 22 ページの要約意見書であるが、別冊の付録 A (設計評価の暫定規定) は 191 ページ (多数の図表を含めて) に及ぶものである。

以上、西ドイツおよびイギリスにおける設計照査の問題を紹介し、その必要性を述べたものである。橋梁構造物の大型化、工事量の増加、工事規模の拡大、電子計算機の広範囲にわたる利用などを考えると、橋梁設計に対する合理的なチェック システムおよび、その詳細を確立することが必要と思われる。

#### 参考文献

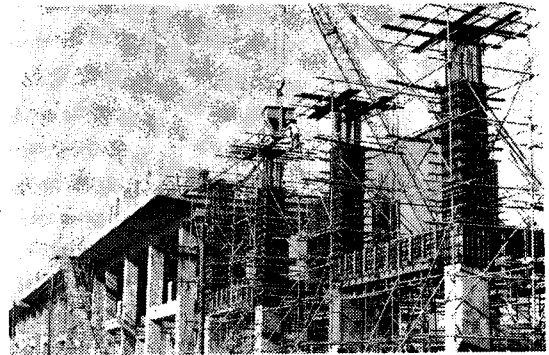
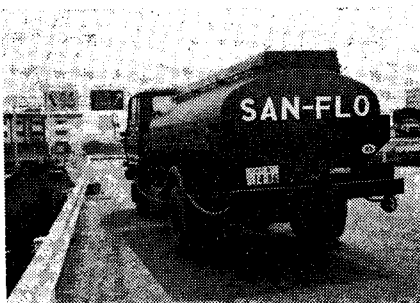
- 1) 伊藤鈺一・成岡昌夫：ライン橋, Koblenzer Südbrücke 落橋事故について、橋梁と基礎, 昭和 47 年 2 月, p. 41-48
- 2) 成岡昌夫：西ドイツのコンサルタント, 土木学会誌, 57 巻 6 号 (昭和 47 年 5 月), pp. 53-56  
(1972. 3. 16・受付/1972. 5. 11・再受付)

山陽国策パルプのコンクリートの減水剤

# サンフロー

- 純国産技術により製造
- 品質優良
- 価格低廉

- S —— 標準型    SS —— 特殊遅延型
- R —— 遅延型    H —— 特殊早強型
- A —— 早強型



※ご一報次第カタログ進呈致します。

## 製造元 山陽国策パルプ

東京都千代田区丸の内 1-4-5 TEL 03-211-3411 (代)

### 発売元

## サンフロー株式会社

本社 東京都渋谷区渋谷 1-7-8 (山陽国策パルプ渋谷ビル)

TEL 03-407-0121 内線 353

大阪営業所 大阪市東区高麗橋 5-4-5 (興銀ビル別館)

TEL 06-203-7635

名古屋営業所 名古屋市西区大船町 1-1-3

TEL 052-571-7505

岩国営業所 岩国市今津町 1-18-1 (岩国商工会議所ビル)

TEL 0827-21-6001

岡山営業所 岡山市新屋敷 3-3-14

TEL 0862-41-4180

福岡営業所 福岡市博多駅中央街 8 番 36 号 (博多ビル) 三洋商事内

TEL 092-41-9071