

#### 4. 特別講演、海外文献紹介・橋梁の紹介

- |     |   |         |
|-----|---|---------|
| 4-1 | 設計示方書に関する話題提供   | 佐藤先生    |
| 4-2 | Bridge Aerodynamics,<br>Proposed British Design Rules   | 藤野先生    |
| 4-3 | カナダ調査団報告  | 石原（靖）委員 |
| 4-4 | マルチケーブル斜張橋の基本計画法  | 長井委員    |
| 4-5 | ECCS, Behavior and Design of<br>Steel Plated Structures | 長井委員    |
| 4-6 | Farø橋   | 長井委員    |
| 4-7 | 斜めハンガーの疲労について   | 中村委員    |
| 4-8 | 鉄道車輛の地震時の挙動および<br>安全性と長大橋梁の設計について                       | 川上先生    |

#### 4.1 設計示方書に関する種々の話題提供

一応上記のような話題になってはいるが、内容は主に、講演者が関係している各種の委員会の説明であり、その中で限界状態設計法への移行や研究者レベルで議論されている比較的新しい設計法の考え方を実務にどの様に結び付けて行くか、といったことについて述べた。

話題として取り上げた委員会は次の5つである。

- |                            |               |
|----------------------------|---------------|
| (1) 橋梁委員会・限界状態設計法分科会・荷重検討班 | 建設省、道路協会      |
| (2) 同                      | 関係            |
| (3) 鋼構造委員会・鋼構造物設計指針小委員会    |               |
| (4) 構造工学委員会・構造物最適静研究小委員会   | 土木学会関係        |
| (5) 同                      | ・構造物安全性研究小委員会 |

道路協会では、59年以来「限界状態設計法で書かれた道路橋示方書」の作成準備のための実質的な作業を行ってきており、(1)、(2)の検討班がその作業を進め、ともに既に(8月時点では未完成のものもあったが)第1次の報告書をまとめている。現時点では協会の内部資料扱いであるが、今後コンクリートも含めて65年度には限界状態法の原案を提示、所定の超過確率のレベルをもつ荷重の値を検討し、(2)では、鋼橋編の限界状態法としての枠組みの作成、プレートガーダーの設計式(限界状態)を見直すための実験的検討書がこれまで行われてきた。

一方、土木学会関係として挙げた3つの小委員会では、各種の研究と実務を結ぶパイプともなりうる作業成果を作りつつある。(3)では、従来の土木鋼構造に橋梁色が強かった反省から、橋以外の設計に使用可能な設計の指針、あるいは教科書づくりを目標に、62年秋に「鋼構造物設計指針」の出版を予定している。この指針でも可能な限り限界状態設計法の書式が用いられているので、道路橋より一歩先んじてこの形の鋼構造基準として世に出るわけである。また、(4)(5)でもそれぞれ最適設計、信頼性設計に関心をもっている研究者が集まって、最新の研究成果を取りまとめて、やはり実務にも有益な情報の形で成果報告書として提供しようとしている。(4)では「構造システムの最適化—理論と応用—」を63年に、(5)では「構造物の安全性・信頼性—詳細と適用—」を62年に出版予定である。これの目次(案)を配布資料の中に入れておいた。

講演後の質疑では、現行の設計法と新しい設計法の相違、設計業務内容の変化などの点を中心であったが、講演者個人の意見としては、形式の変更と同時に、実質的な設計条件の変化(死荷重と活荷重で異なった係数をかけて用いる、等)によって鋼とコンクリート、あるいは土木と建築などの間にシェアの大きな変化が出てくる可能性もあると考えており、そうした点にこれまで以上に注意を払って頂きたいように感じた旨を述べ、まとめとした。

## 4-2 Bridge Aerodynamics - Proposed British Design Rules

近年橋梁のフレキシブル化、溶接構造の導入による低減衰化が進み、風による振動が、中程度の橋梁においても懸念されることが多くなっている。その結果、風洞実験を実施したケースが増えつつある。しかし、風による振動、とくに空力不安定性がわからず、構造設計技術者を悩ませる面が多分にあった。

このような状況に鑑み、イギリスの橋梁・風工学者のグループは風洞実験を行うか否かの基準、行わないとしたときの発散振動（フラッター、ギャロッピング）限定振動（主として渦振動）の発現風速予測式、振幅の予測式を通常の安定性照査に沿う形でまとまる方向で検討を開始した。その成果が Bridge Aerodynamics に集約されている。

判定式、予約式の制度については、風工学者から疑問も提示されているが、工学的立場にたった台風安全制照査の流れを示すと言う意味で価値の高いものと考えられる。目次は以下の通りである。

1	総則
1.1	限定振幅応答
1.2	発散振幅応答
1.3	振動性情を示さないダイバージェンス
2	満足すべき基準
2.1	スパン200m以下の橋梁
2.1.1	限定振幅応答－渦励振動
2.1.1.1	総則
2.1.1.2	渦励振動の限界風速
2.1.1.3	限定基準
2.1.2	限定振幅応答－風の乱れによる振動
2.1.3	発散振動応答
2.1.3.1	総則
2.1.3.2	ギャロッピングおよびストールフラッター
2.1.3.3	クラシカルフラッター
2.1.3.4	限定基準
2.1.4	振動性状を示さないダイバージェンス
2.2	スパン200m以上の橋梁
3	渦励振動効果
3.1	総則
3.2	振幅
4	発散振幅効果
4.1	ギャロッピングおよびストールフラッター
4.2	クラシカルフラッター
5	風の乱れによる応答
6	空気力学的効果による設計値

7	疲労被害
7.1	渦励振動による疲労
8	風洞実験

#### 4.3 カナダ調査団報告

「橋梁技術に関する北米調査団」（団長：西村昭神戸大学教授）に同行した際の知見をスライドを交えて簡単に紹介した。主な内容は以下のとおりである。

##### 1. 「第2回中小支間橋梁に関する国際会議」の概要

1986年8月にカナダの首都オタワで開かれた、カナダ土木学会主催の国際会議で、9カ国57論文の発表があった。

##### 2. オンタリオ州運輸・通信省訪問について

限界状態設計法の採用で注目を集めたオンタリオコードの内容、カナダ橋梁事情などについて質問を行った。

##### 3. アナシス橋（斜張橋）の現場視察

同橋設計コンサルタント会社のP. Taylor氏の案内で現場視察を行うとともに、構造・設計方法などについて質問した。

#### 4.4 マルチケーブル斜張橋の基本計画法

マルチケーブル斜張橋を対象に、基本的な形状を決定するための資料および部材断面力の簡易算定法に関する資料の説明がなされた。

##### 【基本形状決定について】

1. ケーブルの張り方に関する提案
2. ケーブルの完成時張力（プレストレス）の決定法の提案
3. 側径間最上段ケーブルの疲労照査図の提案
4. 最大たわみの推定式の提案

についての説明がなされた。

斜張橋の力学特性を支配するパラメータとして、特に死活荷重強度比、支間長比に関する配慮が重要となる。

##### 【部材断面力算定法について】

1. 主桁・主塔の軸力算定式
2. 端支点負反力の算定式
3. 主塔最大曲げモーメントの算定式
4. 活荷重による主桁曲げモーメント及びケーブル張力算定式

について説明がなされた。

基本計画上、以上の算定式で概略部材の断面緒言の決定が可能になる。

[参考文献]

1. 長井、赤尾、佐野、井澤：3径間連続マルチケーブル斜張橋の基本形状決定に関する一考察、土木学会論文集、第362号、1985年10月
2. 長井、赤尾、佐野、井澤：3径間連続マルチケーブル斜張橋の部材断面力算定法の提案、土木学会論文集、第362号、1985年10月

4-5 ECCS, Behavior and Design of Steel Plated Structures

最近、ECCS(European Convention for Constructional Steelwork)より出版された鋼板鋼造の挙動と設計(安定性)に関する単行本の紹介がなされた。本文はECCS TWG(Technical Working Group) 8.3の1984~1985年の11年間にわたる作業成果よりなり、EUROCODE 3(ビル、鉛直補剛材のみを有するプレートガーダーのみに適用可)の適用範囲を拡張することを意図している。

本文の主要項目は次の通りである。

1. Introduction
2. Behavior of Unstiffened Plate Components
3. Behavior of Stiffened Plate Components
4. Plate Girders(with transverse stiffeners only)
5. Longitudinally Stiffened Plate Girders
6. Box Girders
7. Interaction between General Buckling and Local Plate Buckling in Thin-walled Compressed Tubes
8. References

ECCS List of Publications

Edited by P. Dubas and E. Gehri

"Behavior and Design of Steel Plated Structures"

Applied Stations and Steel Structures

Swiss Federal Institute of Technology Zeurich

CH-8093 Zeurich/Switzerland

入手先

#### 4.6 Farø 橋

1985年夏、デンマークで Zealandと Falsterを結ぶ Farø 橋の建設工事が完了したが、その設計・工事概要の説明がなされた。

本橋は、デンマークでは Little Belt 橋（吊橋、240m + 600m + 240m、1970年）以来の大型橋梁であるとともに、欧州で久々に出現した鋼橋プロジェクトである。本橋は、コンクリート橋に対して競争力をもたせるため、同一支間、同一断面形状の箱桁橋を製作するなど合理化を計っている点が注目される。更に、斜張橋部の支承条件、全橋の防錆対策設計上および維持管理上興味深い点多々みられる。

##### （橋梁形式）

Sealand-Farø 間 : (78m + 18@80m + 78m) の 20 径間連続鋼床版箱桁

Farø ~ Falster 間: (78m + 7@80 + 120m + 290m + 120m + 6@80m + 78m) の 18 径間連続鋼床版箱桁、  
下線部は 3 径間連続マルチケーブル斜張橋（ただし、主塔はコンクリート）

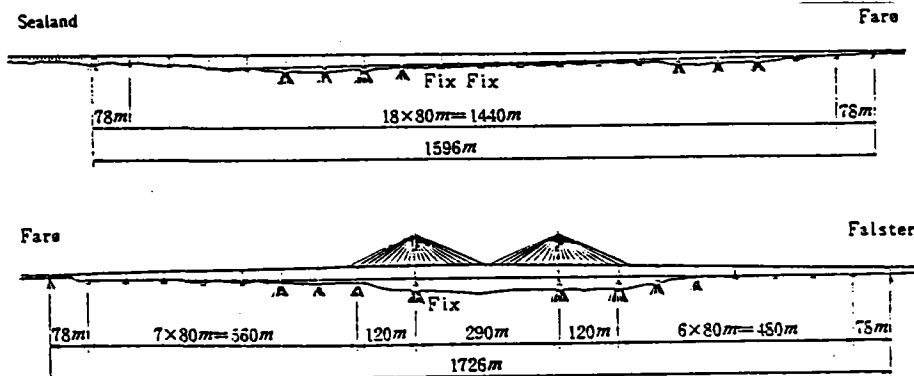
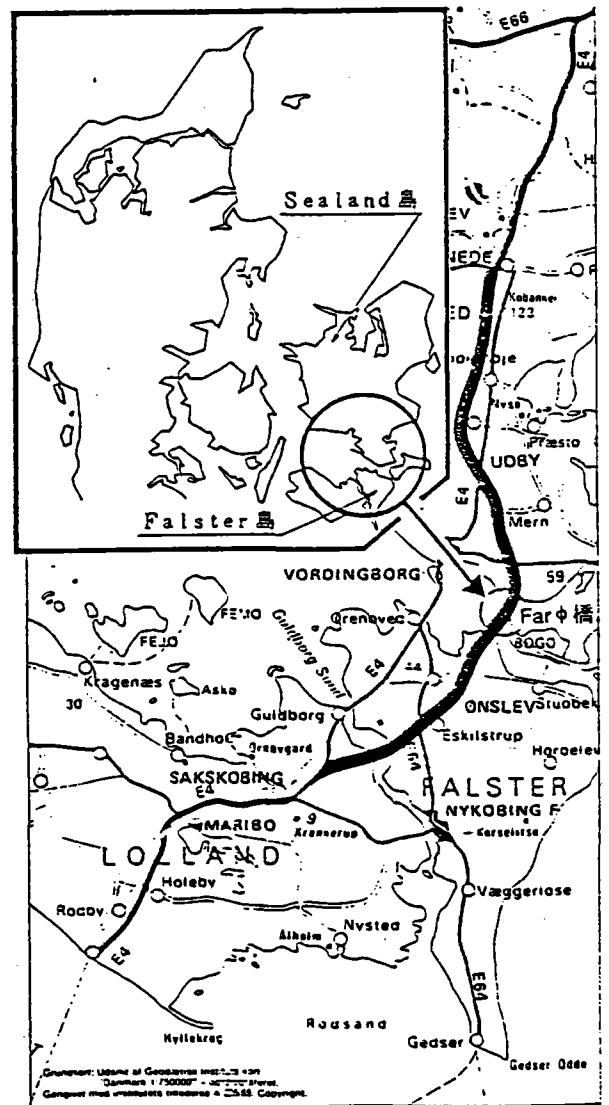
##### （総 鋼 重）

2,300 t

参考文献：井澤：複合斜張橋，鋼床版連続箱桁橋，

Farø 橋の設計・施工（概要），橋梁，

1986年 7 月



#### 4.7 斜めハンガーの疲労について

ロンドン大学の Imperial College of Science and Technologyでの2年間の研究の成果の一部を報告した。Imperial Collegeはイギリスでは科学技術系としてはもっとも有名な大学の一つであり、橋梁分野においても箱桁の挫屈に関する Merrison委員会でも中心的な役割を果たした。また、極限設計の、Prof. Nealや土質力学のProf. Skemptonは現役で講義をされている。

スパイラルストランドの疲労設計に関する研究をProf. DewlingおよびDr. Wyattの両先生の指導の下に行った。スパイラルストランドは耐力、弾性係数およびソケット部の疲労強度についてはパラレルストランドに劣るが、防蝕性、ハンドリングに優れ、さらにヒステレシスによるダンピング効果も期待できるため、吊橋のハンガーや斜張橋のメインケーブルにも用いられている。本研究では、スパイラルストランドの疲労寿命を物性的に調べるのではなく、Severn橋の斜めハンガーおよびマルチケーブルの斜張橋を対象として、橋梁上を走行する自動車荷重によるストランドの疲労寿命を算定した。Severnの問題については、1986.6にカーディフで行われる、鋼構造物に関する国際会議で発表することになっているので、詳細については、そちらを参照していただきたい。

今日は、2時間程時間をいただき、Severnの問題に関しての研究成果の一部を報告した。この問題については、Dr. Hombergや宮田先生などの研究があるが、私の論文のポイントは次のようである。

- (1) Deflection Theoryを斜めハンガー用に拡張した理論およびそれに基づく電算プログラムを開発した。これにより斜めハンガーの影響線にはデッキの曲げ剛性のみならず、ねじり剛性が大きく関与することが見出された。
- (2) スパイラルストランドのヒステレシスによる系全体のダンピング効果を減じることなしに、疲労強度の増大を図れるような斜めハンガーの傾斜角を見出した。
- (3) 実際に観測したsevernの交通データを用い、これに基づいて交通流をシミュレーションし、ハンガーの疲労寿命を算定した。スパイラルのS-N曲線については、Imperial Collegeおよび本四公団の実験データを体力及び平均応力を組み入れた無次元化した応力幅により関連づけた。これは、応力幅のみのS-N曲線よりデータのばらつきが少なかった。計算されたハンガーの寿命は、最も厳しい径間中央部で約30年であり、許容される疲労寿命より大幅に短いことがわかった。ただし、(2)で述べた最適ハンガー系を用いると、これを3倍近く寿命が伸びることが見出された。

#### 4.8 鉄道車輛の地震時の挙動及び安全性と長大橋梁の設計について

本州四国連絡今日の町大径間を持つ橋梁上を列車が通過する際の、地震時または強風下の車輛走行安全性の問題を扱った研究が報告された。本研究では、軌道を過信させ多彩に生じる車輛の転覆・脱線・ロッキング等の極限状態での挙動を

1/10の縮尺を持つ二輪車輛とボギー車輛の二つの模型と、軌道振動台とを用いた模型実験により検討している。そして、これらの挙動及びその発生条件の、停止・走行状態による違い、ロッキング挙動の非線形性、車輛と車輪との間のリンク・ばね特性の非線形性などの測定方法を提案すると共に、これらの特性を明らかにしている。さらに、車輛を角柱モデルおよび剛体-ばねモデルにモデル化する事により、模型実験における極限状態の発生条件及び挙動を、数値計算により説明している。得られた結果は、地震時における車輛の転覆・脱線・ロッキング等の極限状態に対する安全基準を確立するために役立つばかりでなく、橋梁の固有振動数の決定などの設計に対しても知見を与えるものである。

[参考文献]

1. 川上・田島・秋山：横振動を受ける鉄道車輛のロッキング挙動に関する実験的研究、土木学会論文報告集、No. 337, 1983.
2. 川上・清水：振動軌道上の鉄道車輛のロッキング応答、第7回日本地震工学シンポジウム、1986.