

北海学園大学大学院（構造力学講座）聴講生として学ぶ

A Study Of Structural Stability By Dr S.Tohma

最近の兵庫県南部地震にみられるように、建造物の破壊そして致命的損傷には目に余るものがある。鋼建造物の弾性安定性問題や座屈安定などは、許容応力度法による安全性の限界をはかるに越えて、非線形な構造メカニズムの解明を要求している。

筆者ら（新屋、佐々木）は、当社の技術向上支援の一貫として、平成7年度北海学園大学大学院（構造力学講座）に聴講生として受講する機会を与えられましたので、ここに報告します。

主たる講義内容としては、アメリカAISC基準とくらべながら限界状態設計法と骨組構造における座屈安定問題の基礎理論研究を行ったものである。

はじめに

本講座は、北海学園大学当麻庄司教授の基で、大学院修生、社会人数名の構成をもって開講された。テキストは当麻教授の師であるアメリカ・バドュー大学、W.F.chen, Drの“Structural Stability”を用い、特に弾性安定問題について研究をしました。

具体的には、構造設計法の問題と座屈安定性問題における基礎理論に関するものです。

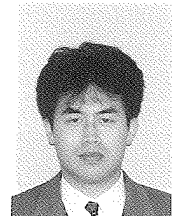
構造設計法では、許容応力度法が主流をなしている。最近の巨大地震の影響をみると建造物の耐力或いは破壊機構等について設計手法の解明を重要視されて来ている。

ゆるぎない地位を占めて来た許容応力度法は、部分係数設計法や荷重抵抗設計法等の限界状態設計法の適用を問われている。アメリカのAISCやヨーロッパのEurocodeに代表されるようにそれらでは限界状態設計法が正式基準となっており、日本も道路橋示方書、コンクリート示方書等でも一部採用されつつあるが、そういう意味でも移行せざる得ない転換期と言える。

座屈安定問題では、従来は建造物の全部材が安定な釣合状態にあると仮定して来た。経験からもわかる様に与えられた要素はある種類の荷重に対

新屋 昌宏*

佐々木 慎治**



して、不安定になる（座屈する）。そしてそれが建造物全体の崩壊につながる事になる。これらは弾性不安定現象と呼ばれる。座屈では、塑性範囲の応力で現れる塑性座屈と弾性範囲の応力で現れる弾性座屈があるが、これらをまとめて弾性安定問題として基礎理論を研究しました。

ここに講義の一部を紹介します。講義は次に示してある、W.F.chen, Dr先生のテキストを用いています。W.F.chen, Dr先生は平成7年7月に来札されその折りに頂いたサインを掲載しました。

STRUCTURAL STABILITY

THEORY AND IMPLEMENTATION

W.F. Chen, Ph.D.

Professor and Head of Structural Engineering
School of Civil Engineering
Purdue University
West Lafayette, Indiana

E.M. Lui, Ph.D.

Assistant Professor of Civil Engineering
Department of Civil Engineering
Syracuse University
Syracuse, New York

W F Chen
7/29/95



P T R Prentice Hall
Englewood Cliffs, New Jersey 07612

*) 道路部 (技術士補:建設部門) Masahiro SHINYA
**) 水工部 Shinji SASAKI

教科書：Structural Stability (Chen, W. F. and Lui, E. M. 著, Elsevier)

講義概要： 建築鋼構造物や鋼橋に代表される骨組鋼構造物の設計基準で最も重要な要素は座屈安定に対する安全性である。本講義は設計基準の背景にある座屈安定の基礎理論を詳述し、設計基準を理解する上で必要な基礎知識を修得することを目的とする。具体的には、座屈挙動の異なる柱、梁柱および梁の各種部材の座屈、そしてこれらの集合体である骨組構造物の座屈を解説する。

授業内容：

- 第 1 回 座屈の概念、座屈の種類
- 第 2 回 剛体棒系の座屈（微小たわみ理論および大たわみ理論）
- 第 3 回 柱の座屈（微分方程式の解、端部拘束のある柱、初期たわみのある柱）
- 第 4 回 柱の設計（耐荷力曲線、設計曲線）
- 第 5 回 梁柱の座屈（種々の横荷重を受ける梁柱の座屈理論、微分方程式の解法）
- 第 6 回 梁柱の座屈（たわみ角法、座屈関数）
- 第 7 回 梁柱の設計（相関曲線、設計式）
- 第 8 回 骨組構造物の座屈（微分方程式の解法）
- 第 9 回 骨組構造物の座屈（たわみ角法、マトリックス法、弾性 2 次解析）
- 第 10 回 骨組構造物の設計（有効座屈長、弾塑性 2 次解析）
- 第 11 回 梁の座屈（梁のねじり、そりねじり）
- 第 12 回 梁の座屈（梁の横倒れ座屈）

許容応力度設計の問題点

許容応力度設計はこれまで種々の構造物の設計法として用いられてきたが、通常この設計法の問題点として挙げられているのに次のような項目がある。

(1) 構造物内の最大作用応力度が降伏応力度になったときに安全性の判定基準にとるため、構造物の真の耐力が判らない。構造物が終局耐力に達した時点を経準にすべきである。このことにより、静定構造物と不静定構造物（内的）の安全性の違いを反映することができる。

(2) 活荷重と死荷重のように性格の異なる荷重を単一の安全率で処理するのは合理性に欠ける。

(3) 荷重とは本来確率的なものであり、これを特定の荷重値で設計する決定論的な設計法は不合理である。

限界状態設計の問題点

限界状態設計法を具体的に表現した AISC の荷重抵抗係数設計法 (LRFD) について考えることにする。AISC/LRFD では荷重と構造物の抵抗を確率量として扱い、安全率と関係づける。確率量といってもその確率分布形を詳しく取り扱うのではなく、確率分布形を表す 2 つの代表値、平均値と分散（変動係数）のみで表して設計法を簡略化している。

おわりに

本講座をかえりみて、構造力学の進展に目を引くものであり動的挙動の把握と耐荷力の判定が構造物にいかに関係重要であるかという事を感じました。そして、阪神大震災にみる構造物の崩壊システムや解明は、まさに非線形問題が重要である事を痛感しました。構造力学は、従来の線形的な考え方よりも、非線形な力学性状に移行しているようです。その意味では、限界状態設計法や座屈解析はその最たるものであるかと思えます。