

## 建築工学科五十嵐研究室

脇山 広三\* 井上一朗\*\* 辻岡 静雄\*\*

建築工学科の前身である構築工学科当時より、建築構造を担当していた講座には、鷺尾名誉教授の構造力学、奥島名誉教授のコンクリート工学に関する講座がありましたが、昭和30年代に入り、建築物の大型化、高層化にともない鋼構造が大きなウェイトをしめるようになり、また、現場施工法や施工システムも複雑化、高速化することによって多くの問題を持つようになりました。このような背景のもとで、建築の鋼構造および施工を専門とする講座の誕生が切望されておりました。

ようやく、昭和41年になりまして構築工学科が建築工学科、土木工学科に拡充改組され、各6講座となることになり、昭和43年に五十嵐教授が着任し、私達の研究室は鋼構造および施工問題を担当する講座として発足いたしました。

話は少しもどりますが、昭和28年ごろには、日本で軽量形鋼の製造が初められ、使用に対する問題の解決が急がれておりました。この問題に先輩諸氏が取り組まれたことは、ごく自然な成りゆきであったと思われます。

この軽量形鋼は、建築家にとって材料力学的、構造力学的また、構造計画的に問題を提起いたしました。ことに構造を専門とする者にとりましては、部材の断面が薄板であること、非対称断面であることから、座屈、局部座屈、捩れ（せん断中心と重心のずれによる）等が問題となり、その中でも局部座屈に関連する有効巾は重要なテーマでありました。また、この部材の接合は溶接にしる、ボルトにしる非常にむづかしいものであることは、今でもそう変わりありませんが、当初は大変なものでした。しかし先輩諸氏のこの頃の研究は、現在の五十嵐研究室

の研究の底流に大きな影響をおよぼしているように思われます。

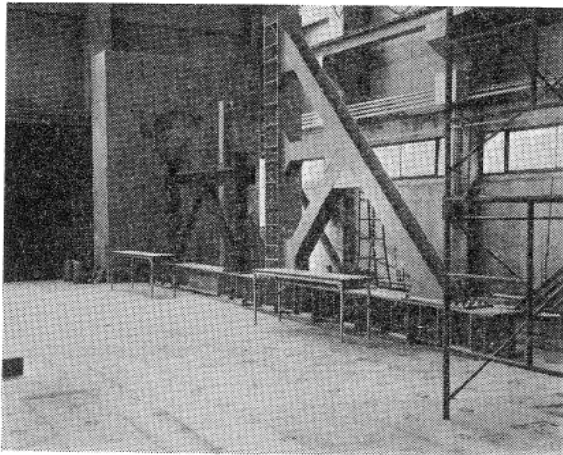
昭和30年頃になりますと、ビル建築にまで鉄骨が多量に使われるようになり、市街地での現場施工ではリベットの騒音などが問題となりはじめ、若干のコスト高になることを考えてもボルトを用いたいということになりました。普通ボルトは、建築基準法で使用が制限されているためにアメリカで使われはじめた高力ボルトを採用しようということになり、大学の研究室でも高力ボルトの研究がスタートいたしました。当初は、高力ボルトそのものの機械的性質、冶金的問題、接合部の機械的な性質が対象でありましたが、その後、高力ボルトの施工法、施工後のゆるみ（リラクゼーション）、遅れ破壊などが研究対象となり、現在は、疲労、火災問題などへ発展しています。いずれにしろ、私達の研究は、鋼構造の基本的な問題として私達が考えている部材とその接合ということになるようです。

ただし、今までは、むしろ設計者的な視野に立っての研究が多かったように思われますが、施工者的な視野からも見直すべきだとの考えももちはじめております。施工不良建物が問題となっている昨今、施工精度はどうあるべきや、設計者と施工者間のギャップの問題、施工者のレベルアップは？ など……建物の破壊とは何ぞや、建物の寿命とは？……議論のつきぬ所があります。

ところで私達、建築工学科の構造実験室も少しづつではありますが、機器の整備もなされつつあります。ことに昨年度には、大阪大学後援会および先輩諸氏等の絶大な助力により、10m×15mの載荷床版が完成し、それを用いた大型模型実験も可能となりました。容量は、水平力200t（高さ2m位置で）、梁では500t・mぐらいは可能です。静的荷重試験では、ほぼ満足の

\*脇山広三(Kozo WAKIYAMA), \*\*井上一朗(Kazuo INOUE), \*\*辻岡静雄(Shizuo TSUJIOKA), 大阪大学, 工学部, 建築工学科, 五十嵐研究室, 助教授\*, 助手\*\*, 工博, 工修\*\*, 建築工学

ゆく状況になり、この方面では今後はプロジェクトごとに充実させてゆけるものと思います。動的な載荷装置は、まだ完成しておりませんが、一部試験装置が用意されており、数年後を目標として、5～50 t、1～600 c. p. m. の載荷試験が出来るような計画が立てられております。



昨年完成した載荷床版

さて、ここで最近の当研究室の主要な研究テーマをそれぞれの担当者によって紹介させていただきます。

### 1. 鋼構造骨組の塑性設計法に関する研究

現在、わが国の建築物の設計は許容応力度設計法に依っている。即ち、想定された荷重（通常は静的に等価な地震荷重）に対し、適切な力学モデルに置換された建築物の各構成要素の応力を弾性理論に基づいて算定し、各構成要素の最大応力度が許容応力度以下に収まるように設計するのである。一方、これに対し塑性設計と言う概念がある。これは、建物全体が崩壊するときの終局強度が想定された荷重より大なるように設計する方法である。建築物のように不静定次数の高い構造物では一部が降伏し塑性化しても応力の再配分が生じ、建物全体としての終局強度は初期降伏時よりかなり大きくなる。応力の再配分が生ずるためには、構造材料は鋼のように韌性に富んだものでなければならないが、この手法によれば建築物の終局強度が把握でき、かつ、各構成要素の安全率も一様化できるという点で合理的である。しかし、種々の未解決の問題があり、わが国では、未だ実用化の

段階には至っていない。

当研究室では、五十嵐教授の指導の下で、この塑性設計の問題に関連して、耐震要素に筋違（斜材）を用いた建築物の研究を行っている。これは主に筋違いに用じる軸力で地震力に抵抗させようとするものであるが、圧縮力を受ける筋違では座屈現象が生じ、これが建築物全体の挙動を非常に複雑にする。われわれはこのような建築物が大きな地震動を受けたときの弾塑性領域での挙動を数値解析により明らかにし、塑性設計手法に関する理論を展開し、現在はその実験的な裏付けをとる作業を行っている。

また、高さ45m以上の高層建築物では、過去に記録された大きな地震波およびその建物の建つ地盤の特性を加味した人工地震波を用いて動的応答解析を行い、建築物に生ずる最大変形がある限度以下に収まるかどうかのチェックをしている。このとき、建築物は串団子型のせん断型多質点系振動モデルに置換され、各バネは極めて単純ではあるが、建築物が塑性化した後の特性が与えられている。しかし、地震動は水平動のみであり、また、各質点も水平方向の自由度だけを有し、水平動の約6割前後の強さを持つ鉛直動は無視されている。最近のわれわれの研究では、このような単純なバネ特性では危険側の評価を与え、また、鉛直動により建築物にかなり大きな鉛直方向加速度が生じる場合もあることが判っている。したがって、耐震設計においてどのようなFactorを考慮し、また、そのFactorを考慮し得る振動モデルは如何なるものであるというテーマもわれわれの関心事である。

### 2. 鋼構造立体骨組の弾塑性挙動に関する研究

従来、骨組の耐力あるいは挙動について考える場合、たとえ構造物が立体的に構成されていても、平面的な骨組の集合体として考えられて来た。しかし、実際の構造物が立体的に構成されている以上、立体的に構造物をとらえて考える方が妥当である。最近においては、柱および梁等の個材について立体的に取り扱うことが、その構造物の耐力および挙動を考える場合重要であるという立場が、かなり取り入れられつつある。更に、構造物の個材の立体的取り扱い

材料非線形・幾何学的非線形を考慮した、精密解法と呼ばれる程度の高いレベルで行なわれているが、骨組全体を立体的に考えることはそれほど行われていない。

われわれは、研究対象の構造物として、柱・梁部材より構成される鉄骨構造立体骨組を選び、鉄骨構造立体骨組の立体的弾塑性挙動について、研究を進めて来ている。現在までに、

1) H形断面、パイプ断面部材の捩り挙動の実験的・理論的把握、2) H形断面、パイプ断面の降伏条件式の多項式近似、3) 立体骨組を簡便にまた精度良く解析するための弾塑性解析法、について調べて来たが、H形断面のような断面剛性に方向性がある、捩り剛性の小さな薄肉開断断面部材から構成される立体骨組では、地震の如き横力の作用点と剛心の偏心、または荷重方向によってもたらされる各構成部材の2軸曲げ・捩りによって、立体骨組の最大耐力、靱性が低下し、立体的な取り扱いが必要であることが確められた。現在、立体骨組の動力学特性を把握するため、鉄骨構造立体骨組の2方向地震波入力による弾塑性振動解析を進めている。

### 3. 高力ボルトに関する研究

私達は、高力ボルトがわが国に紹介された当時より研究を始め従来のボルト、リベットにかわる接合要素として、一連の研究を行っている。当初、摩擦接合に関する力学的挙動を追跡し、現在の JISB 1186および高力ボルト接合設計指針といったものに対する基礎的な資料を提出しており、これは今も一連の研究として続けられている。

次に、実際の施工に関し最も大きな関心事であるボルト締付けの問題であるが、ボルトを接合部に取付けるにはトルク係数法が多く用いられている。この方法は、JIS-B 1186の高力ボルトセット（ボルト、ナット、座金）は、トルク係数が一定になるように製造・管理されてお

り、そのトルク係数を用いて必要トルク求め、トルクレンチ、インパクトレンチ、etc の締付け器具を用いて締付けを行っている。

トルク係数値は、製造されたボルトセットより実験的に求めるわけであるが、そのトルク係数を求めるためのトルク試験機は、わが国最初に当研究室において開発されたものである。また、現在問題となって来ている締付け法であるナット回転法は、当研究室において既に10年前に論ぜられており、その方面でも先駆者の役割を果たしている。

現在、一連の高力ボルトに関する研究として行っているのは、高力ボルト引張接合に関する研究であり、既応の諸研究者の解析法を基に、一応静的設計法を提案している。また、この種



高力ボルトの引張接合実験

の接合部の疲労に関する研究は、アメリカのイリノイ大学で行われているが当研究室では、既応の研究成果を基に、高力ボルト引張接合、特にスプリットティ型接合部に関する疲労寿命推定法が提案され、疲労設計への基礎資料となり得る段階である。