

都市構造物の耐震強度の調査研究概要

Outline of Studies on the Antiseismic Strength of Urban Structures

久保 慶三郎*・岡田 恒男**

Keizaburo KUBO and Tsuneo OKADA

1. まえがき

本研究は、地下埋設物、土木構造物、建築構造物、プラント施設など、近代都市施設として不可欠の各種構造物の耐震性能を調査研究し、都市構造物の地震災害を未然に防ぐ手段の一つである耐震設計法の確立をはかることを目的としている。

都市の近代化、巨大化に伴ない地上には高架道路橋、超高層建物、プラント施設などが立ち並び、地下には各種施設の埋設管あるいは交通路が敷設されている今日、これらの構造物は一応の耐震設計がなされているものの、建設量の増加にくらべて研究面、特に各種構造物が地震時にどのような挙動を示すかという現象の把握が遅れているため、都市が激震に襲われた場合には、かなりの災害の発生する可能性があることが各方面から指摘されている。この点を考え、本研究グループでは、都市の地上ならびに地下構造物に関し、主として地震時の現象面の解明から、耐震設計法の確立へアプローチする試みを行なっている。また都市の耐震性を論じる場合には、都市が各種の構造物により構成されているため、広い分野にわたる研究者の共同研究が必要である。本研究グループはこの点を考慮し、本所に土木、建築、機械構造物の耐震関係の研究者を主体として昭和 42 年に組織された「耐震構造学研究センター」のメンバーを母体として構成されている点も特徴の一つとなっている。

本研究グループでは、現在、1. 埋設物の耐震強度、2. 構造物の動的強度および 3. 振動減衰機構の開発の三つのテーマを重点的にとりあげ研究を進めている。以下、それぞれについて研究の現状を概説する。

2. 埋設物の耐震強度に関する研究

埋設物の耐震強度に関し、現在次の 3 種の研究が進められている。

1) 埋設管の地震被害：地下埋設物のうち、水道管およびガス管をとりあげ、過去の地震被害の調査・解析によりこれらの埋設管の耐震設計法を確立させようとする試みが、久保研究室により行なわれている。すなわち、関東地震、福井地震、新潟地震、十勝沖地震、San Fernando 地震、日向灘地震など過去の著名な地震の際の各都市の水道管あるいはガス管の被害分布と、地盤構造とを文献および現地調査とにより詳細に調査し、これら

の関係を統計的に調べるとともに、有限要素法を用いて解析した。調査ならびに解析の結果は、各論にて詳述するが現在までに埋設管の被害と地盤構造および震央距離との関係について耐震設計上有益な知見を得ることができている。

2) 沈埋トンネルの耐震性：都市あるいは都市周辺の交通路のための沈埋トンネルは、今後わが国においても多く用いられることになると予想されているが、沈埋トンネルは、水底で軟弱な地盤の表面近くに建設されるので、岩盤中に建設される通常のトンネルとは異なった挙動を地震時に示すものと思われる。沈埋トンネル工法それ自身は 100 年以上の歴史をもっているが、わが国の交通路にこの工法を採り入れるためには、その耐震性が充分解明されなければならない。このため最近、多摩川河口に建設された沈埋トンネルを利用した地震観測ならびに模型振動実験が田村研究室にて行なわれている。現在、観測および実験とにより、沈埋トンネルの地震時の振動特性が周辺地盤および地震の性質とによりうける影響量を定量的に把握する努力がなされている。

3) 埋設管継手の耐震強度：各種継手をもつ地下埋設管の地震時の強度に関する研究が、柴田研究室の担当にて行なわれている。過去の震害あるいは解析により、地下埋設管の地震時の被害は直部ではなく、エルボ、チーズ、継手部あるいは弁などに生じることが判明しているが、これらの部分の地震時の強度、破壊特性などの挙動に関する研究は皆無と言ってよい。この点を考慮し機械継手、フランジ継手、溶接継手などの各種の継手をもつ鋼管にあらかじめ中圧ガス管程度の内圧をかけておき、それに軸圧と繰返し曲げを作用させた実験を 3. で述べる構造物動的破壊試験装置を用いて行なっている。継手部の地震時の特性を解明し、耐震設計を確立するのが本研究の目的であるが、この種の複合荷重下での崩壊強度についての実験が過去にほとんど行なわれていないため、実験手法を確立することも同時に目的となっている。

3. 構造物の動的強度に関する研究

各種構造物の激震時の破壊に至るまでの挙動を明らかにするために、構造物動的破壊試験装置を試作し、それを用いた実験を行なっている。同装置は、本誌昭和 47 年 3 月号にすでに紹介したように大型構造模型に任意の力、変位あるいは加速度を与えて破壊に至らしめる動的破壊試験装置、動的破壊試験装置の入力を得るために小

* 東京大学生産技術研究所 第 5 部 ** 第 1 部

型模型の振動破壊実験により構造物の応答量を求める応答発生装置および、両者の入出力データの変換、解析を行なうための入出力データ解析処理装置より構成されるが、これまで、5 m×10 m の平面をもち、強度 50 t/m² の耐力床と高さ 6 m、曲げ耐力 450 t・m の耐力壁よりなる試験台および容量 20 t、最大振幅 ±150 mm の電気油圧式加振器より構成された動的破壊試験装置を設置し、鉄骨建物および鉄筋コンクリート建物の激震時の復元力特性に関する 2 シリーズの実験を行なった。それぞれの詳細については後述するので、ここでは簡単にその概要を述べておく。

1) 繰返し載荷をうける鋼構造の部材に関する研究：鋼構造建物は、激震時に部材が塑性領域に入っても比較的粘りのある安定した特性を示すとされているが、部材に座屈などの現象が生じると必ずしも安定な特性を示すとは限らない。このため鉄骨建築物の塑性領域まで期待した耐震設計を行なうために、座屈現象をも考慮した耐震限界に関する結論を得ることが急がれている。この点を考慮して、鋼部材の繰返し載荷時の挙動に関する実験が田中・高梨研究室の担当で行なわれ、定常振幅による繰返し載荷時の繰返し回数および最大振幅と耐震限界との関係あるいは建物の地震時の応答変位を想定した非定常振幅をうけた場合と定常振幅を繰返しうけた場合との耐震限界との差異などについて耐震設計上有益な結論を得ている。

2) 繰返し載荷をうける鉄筋コンクリート部材の復元

力：鋼構造建物の場合と同様に、鉄筋コンクリート建物においても、塑性領域特にコンクリートの一部に破壊が生じる領域における耐震限界を明らかにすることが、耐震設計法を確立するために強く要求されている。この点を考え、鉄筋コンクリート部材の定常振幅変位による繰返し載荷試験および非定常振幅をもつ応答変位による繰返し載荷試験が岡田研究室にて行なわれた。鉄筋コンクリート部材にあつては塑性域の特性は鉄筋およびコンクリートの非線形応力・歪関係に支配されるので、材料の非線形応力・歪関係に基づく部材の復元力特性の解析を並行して行ない、実験結果を説明しうることなども明らかにした。

4. 振動減衰機構の開発研究

構造物が地震をうけた場合、材料の粘性、塑性あるいは空気などの周辺環境の特性により振動が減衰する現象があり、この減衰効果は構造物の耐震性を高めうるものであることが知られている。この点を考慮し、先に述べたいわば自然減衰作用に加えて、人工的な減衰装置を構造物に組込み、積極的に減衰効果を高め、耐震効果を期待しようとする研究が、川股研究室を中心として進められている。これまで、液体を注入したベローズを利用した減衰装置を試作し、その特性を調べるとともに、減衰装置を組入れた骨組の静的ならびに振動実験より、その効果の調査が行なわれている。

(1972年12月15日受理)

