

外 3 ~ 17

早稲田大学大学院理工学研究科

博 士 論 文 概 要

論 文 題 目

フラットスラブの
曲げモーメントに関する研究

申 請 者

宋 皓 山

SONG HO SAN

平成 3 年 7 月

理 1655 (1928)

フラットスラブ構造は、軽快な外観とともに、採光、通風、配線、配管が容易となる利点を持ち、階高を低く抑えることができるなど、建築計画上の機能面からのさまざまな要求に応えることができる。

フラットスラブに関する研究は、重調和方程式から理論解を求めることを出発点とし、級数を利用した長方形板の厳密解が求められている。しかし、このような理論解は解析が複雑であり、実用的とはいえない。

構造設計への応用を目的として、より容易に、弾性板の曲げ理論をもとにしたラーメン置換のかたちでの略算解も発表され、トータル・モーメント法などの名で、実際の設計に利用されてもいる。しかしながら、この略算解の使用にあたっては、短辺に対する長辺の比、いわゆる辺比が、1.33以内に制限されてしまうこと、また、板の端部・中央部でのモーメント分配率が、辺比および支板の大きさに関係なく、決定されてしまうという矛盾点を含んでいる。

さらに、ランダムな柱配置については、境界条件の解析が難しいため、既存の理論解では対応しにくい。

そこで、複雑な境界条件に対する理論解を導くかわりに、膜のたわみの微分方程式と板の曲げの和に対する微分方程式が同じ形であることを利用して、膜のたわみを測定するモアレ実験を、板の曲げの問題に応用する。モアレ膜実験は簡単に行うことができ、また、膜のたわみ、すなわち曲げの分布を直接認識できるなどの利点があり、フラットスラブの解析には有利な方法といえる。

本論文は、フラットスラブ各位置での曲げの和を、直交する2方向の曲げに分離するための実用的な計算法を提案することを目的とする。モアレ実験を利用してフラットスラブ各位置での曲げの和を求めたのち、直交2方向の曲げを、本論文で提案する略算法により、分離する。

柱が長方形配置、三角形配置の場合、および、よりランダムな配置である台形配置について、提案する略算法にもとづく結果と有限要素法の結果とを比較する。

本論文は、8章よりなる。

1章は序論であり、まず研究の目的および範囲を述べたのち、既往の研究に触れる。

2章は、本研究の基礎となる理論的な背景について述べる。

板の曲げと膜のたわみの式の相似、写像を利用した楕円座標による膜実験結果の修正の意味、等分布荷重を受ける周辺単純支持の正方形板を対象とする基準膜実験について説明した。

3章では、モアレ膜実験について、実験装置・方法の一般論を述べたのち、

正方形板による基準膜実験の測定方法と解析を説明する。

長方形柱配置においては、柱4本を結ぶと長辺、短辺が存在するが、膜実験では、短辺の中央位置を基点として、そこから縞を数えて、曲げの和を求める。このとき、長辺方向の支板近傍の曲げについては実験値の修正を必要とするので、写像による楕円座標を利用して、修正を加える。この修正結果は、4章で述べる有限要素法による結果と良く一致し、実験値を上記のように修正することの妥当性が確認できる。

4章では、有限要素法解析について述べる。

まず、有限要素法に対する弾性論的考察、およびエネルギー法による剛性マトリクスの組み立てについて述べたのち、3章の膜実験で対象としたフラットスラブ・モデルについて有限要素法を適用し、膜実験の結果と比較するための曲げを計算した。

5章では、膜実験結果より求めた曲げの和から、直交2方向の曲げを分離したときの略算式を、弾性板および弾性梁理論と有限要素法の結果を利用して、提案し、長方形配置の場合について、長辺・短辺の中央位置、支板近傍などの主要部分について算出した。これを有限要素法の解と比較した結果、短辺および支板近傍では、この略算式によって、精度の良い結果が得られることが確認できた。

6章においては、三角形柱配置の曲げについて考察する。

三角形配置に対しては、膜実験を利用した結果と有限要素法結果を比較し、両者が一致することを確認した。

さらに、5章で示した略算式の有効性を検証したが、板中央を除き、略算式をそのままの形で適用して、差し支えないことが分かった。また、板中央についても、辺比の採り方の工夫により、略算式の適用が可能であることも示した。

7章では、台形柱配置を取り上げ、写像を利用した膜実験から得られる曲げと有限要素結果がよく一致すること、また、この場合にも略算式により、満足のゆく結果が得られることを述べた。

8章では、これまでの結果をまとめ、結論とした。

膜のたわみと板の曲げの相似を利用すると、モアレ膜実験により、フラットスラブの曲げの和を求めることが出来る。本研究では、膜実験から得られる曲げを、直交2方向の曲げに分離するための略算法を提案した。本研究の成果が、フラットスラブ設計の実用的な計算法として、役立つものと考えられる。