

トラス橋の構造と耐震性の関係についての考察

2532 深津健太郎 2537 森井健登 2610 奥山翔乃祐 2640 安田啓人

要旨

橋の構造と耐震性の関係について研究をしてきた。耐震性の高い橋構造を、振動を与えた時の橋の模型の変位の小さいものであると定義し、耐震性の高い橋構造は振動を分散させるという仮説を立てた。まずは橋構造の典型例であるトラス構造の、特に代表的なプラットトラス構造とワーレントラス構造について検証を進めることにした。また、トラス構造の性能を比較するため特別な形状を持たない桁橋について対照実験を行うことにした。

1 仮説

耐震性の高い構造は、与えられた震動を分散させる。

2 目的

様々な橋の構造について研究し、各構造と耐震性の関係から、耐震性に優れた橋のモデルを提案及び作成する。今回は典型的な構造であるトラス構造（図1）に着目する。トラス構造とは、三角形を単位として組まれた部材の構造形式をいい、構造部にかかる力を圧縮または引張することで負担する構造である。

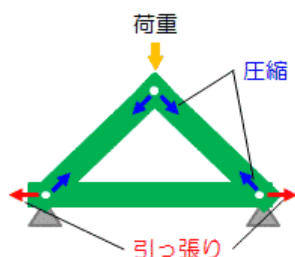


図1 トラス構造の免震の仕組み

画像元 <http://d-engineer.com/Mechanics/truss.html>

3 使用器具

- ・竹串 ・おもり (50 g) ・引きばね (0.25N/mm) ・押しばね (0.25N/mm)
- ・ビー玉 ・アクリル板 ・木箱 ・配線カバー ・ガムテープ ・フック
- ・木の板 ・両面テープ ・木の棒 ・ソケット ・滑り止めシート ・釘
- ・ネジ

4 実験方法

① 模型図の作図

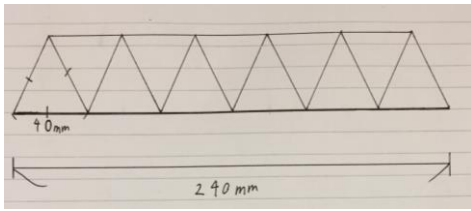


図2 プラットラスの模型図

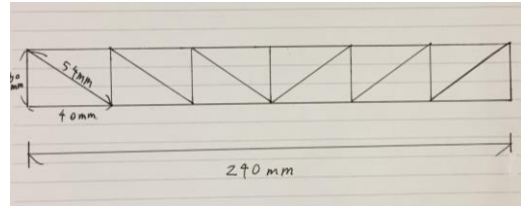


図3 ワーレントラスの模型図

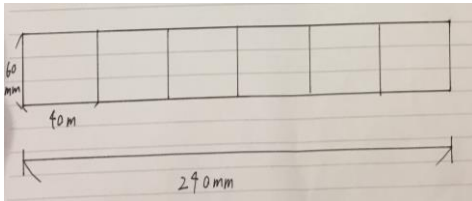


図4 桁橋の模型図

プラットラス (図2)、ワーレントラス (図3)、桁橋 (図4)、それぞれの模型図を作図する。
なお模型の高さ、長さは統一する。

② 橋の模型の製作

竹串を使い、模型を作製する (図4,5,6)。なお橋を安定させるために、それぞれに橋台を設置する。

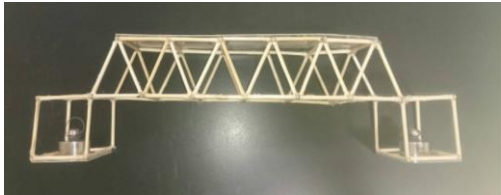


図5 プラットラスの模型



図6 ワーレントラスの模型



図7 桁橋の模型

③ 実験装置 (図8,図9) の製作

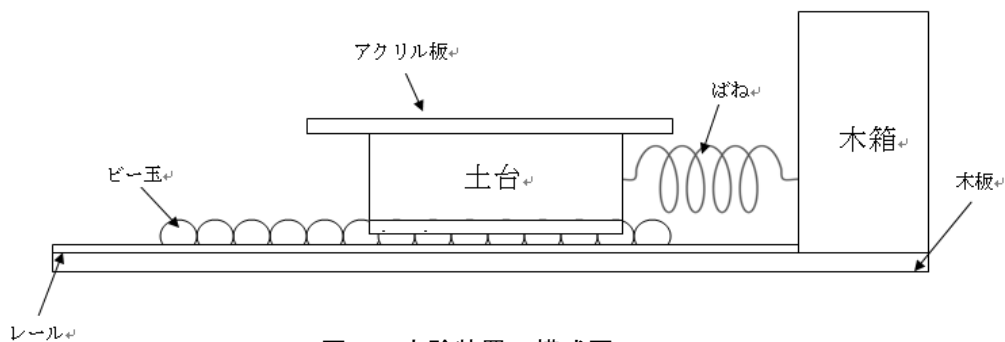


図8 実験装置の模式図

木の板にレールを敷きその上に土台となる木箱を設置する。土台上にアクリル板を敷きその上に橋の模型を設置する。また土台には押しばね (0.25N/mm) 3 本、引きばね (0.25N/mm) 2 本を接続する。この土台を引っ張り、力を加えたときの引きばねの弾性力と押しばねの弾性力を交互に利用して振動を発生させる。発生させた振動によって、土台をビー玉の上で動かすことで橋の模型に横揺れを与える。また、実験装置に力を加えていない状態で、引きばねは 13mm 伸びており、押しばねは自然長である。本来は実際の地震同様 P 波・S 波の揺れを再現したかったが、再現するには至らなかった。

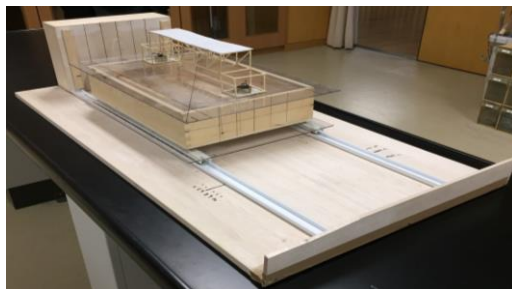


図 9 実験装置の完成写真

図 8, 9 の実験装置の土台を左向きに 70mm 引いて離し、模型に振動を加える。この時、設置した模型の変位を測定する。この実験をワーレントラス、プラットラス、桁橋それぞれについて 40 回ずつ行う。

5 結果

動いた距離は右向きを正とする。実験の結果は、下表の通りである。

表 1 実験結果

橋の種類	変位・平均 (mm)
桁橋	74.4
ワーレントラス橋	64.1
プラットラス橋	73.9

結果からワーレントラスが最も変位の平均が小さいことが分かる。これはワーレントラスが、与えられた振動を受け流していることになる。つまり振動を分散したといえる。

6 考察

この実験から、特殊な構造を持たない桁橋と比較してトラス構造は横向きの振動に対する耐震性に優れていると考えられる。また、ワーレントラスとプラットラスの比較より、直角三角形の組み合わせの構造と比べ、正三角形の組み合わせの構造が横向きの振動に対する耐震性に優れていると言える。

7 今後の展望

今回の実験では理論上、土台に図 10 (70mm 引っ張る実験に関して) で示される単振動を与えることを想定していたが、実際には周期の中に押しばねが土台から離れているタイミングがあるほか、引きばねが自然長以上には縮まず、押しばねが縮みきる前に反発してしまっているために想定した振

動は得られておらず、土台が変位する際の摩擦等のために誤差も大きい。今後は押しばねを長いものに替える等の方法でこれらの改善点を克服すると同時に実験回数を繰り返す必要がある。また、ワーレントラス橋とプラットトラス橋の変位の差と桁橋とプラットトラス橋の変位の差の比が非常に大きい、今回の実験は橋の大きさと与える振動の大きさの比率などを考慮して設定されておらず、この差が現実においてどれだけの影響を及ぼすものであるかが分からない。今後は実際の地震の揺れの大きさと実際の橋の大きさの比率と統一した実験を行う必要がある。

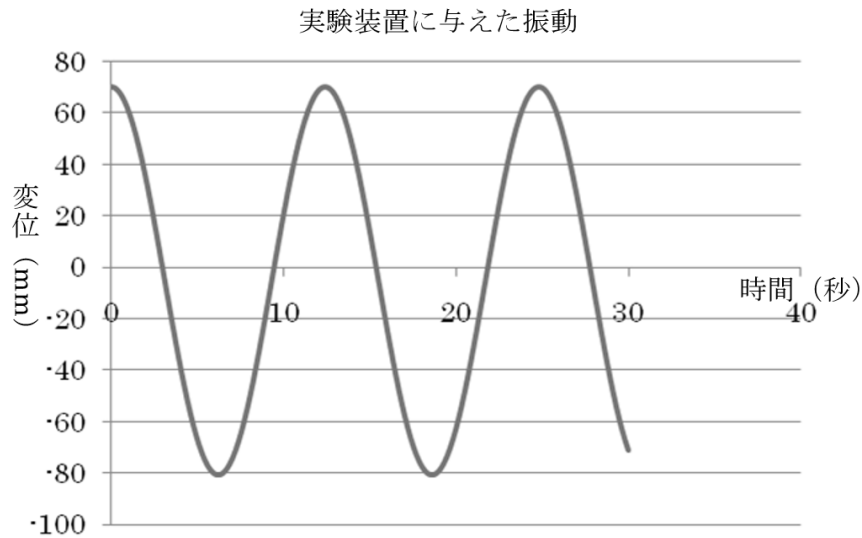


図 10 実験装置のに与える予定であった振動のグラフ

8 参考文献

- 『最新 橋構造』 倉西茂、中村俊一共著 森北出版株式会社
- 『世界の橋』 加藤久人、綿引透訳 丸善株式会社
- 『日本の名橋』 一般社団法人 日本橋梁建設協会監修
- 『図解 橋の科学』 田中輝彦 渡邊英一共著 株式会社講談社
- 『大学課程 橋梁工学』 福田武雄 安宅勝 友永和夫共著 オーム社
- 『橋梁工学別巻 大学課程 橋梁設計例』 福田武雄 安宅勝 友永和夫共著 オーム社