

地震で起こる現象を探るⅢ
～耐震構造編～

山鹿市立鶴城中学校 3年 池田 美唯

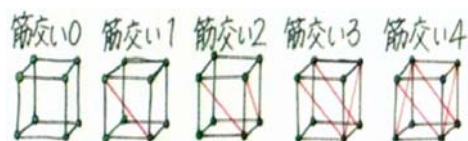
1 研究の目的

これまでの2年間、地震に関する研究に取り組んできた。以前、私の学校の校舎に耐震補強工事が行われたことを思い出し、耐震について知りたいと思った。また、耐震構造がどのような仕組みになっているのか、そんなに効果があるものなのか、調べたくなった。

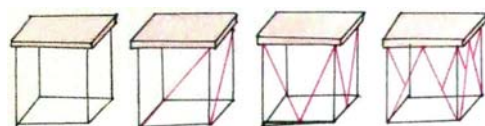
2 研究の方法

模型を使って実際に地震を起こして確かめることで現象を調べられると考えた。

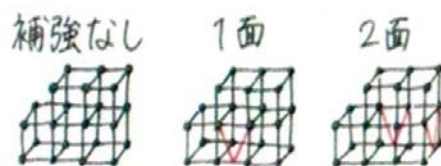
＜実験1＞竹ひごと油粘土を使って模型をつくり、補強の仕方
でどのような違いが出るのかを自作の地震発生装置を使っ
て実験を行った。



＜実験2＞竹ひごを接着剤（2種類）でつなげ、補強した模
型に、おもりを乗せてそれぞれに力を加え、ゆれを起こし
た場合にどうなるかを調べた。



＜実験3＞実際の校舎をイメージして模型を大きくし、補強
を入れることで地震に対する強度がどれほど高まるのかを
調べた。



3 研究の結果と考察

＜実験1＞筋交いがないと、揺れに全く耐えられず壊れてしまう。

一面に筋交いが入ると、筋交いなしよりは強くなったが、筋交いのない部分から壊れていっ
た。二面・三面に筋交いが入ると、揺れに対して耐える時間も長くなるが、筋交いのない部分
から壊れて倒れてしまう。壁全面に筋交いが入るとほとんど変形せず、揺れの影響が見られな
いほど頑丈になった。



＜実験2＞補強（筋交い）は、構造が簡単なものは加わる力（重さ）が大きくなるとゆがみが生
じて壊れてしまう。構造が複雑なものほど強い力や揺れにも耐えるが、補強の無い面は壊れて
しまい、補強面だけは形を保っていても建物全体としては壊れてしまう。

＜実験2-1＞木工用ボンド（軟質）

＜実験2-2＞瞬間接着剤（硬質）

力 (N)	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
補強なし	△	×			
斜め	○	×			
V型	○	○	△	△	×
K型	○	○	○	△	×

	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5
補強なし	○	○	×		
斜め	○	○	○	×	
V型	○	○	○	○	○
K型	○	○	○	○	×

壊れ方は接着に使用した接着剤の種類によって異なった。軟らかい木工用ボンドは、どの構
造でも重さが増していくとじわじわとゆがんでいき、変形してしまう。補強（筋交い）を入れ

た場合は、複雑な補強になるほど補強面は変形しにくくなるので、ゆがみは小さくなるが、補強のない部分から変形して倒れてしまう。硬い瞬間接着剤は、がっちりとは接着するので、揺れで構造が変形することはなく強いようにも見えるが、ある一定の重さを超えたところで接合部分が壊れて、ばらばらになってしまう。補強がしっかりしているとその面がしっかりと支えるが、補強の無い面が壊れると、その面から倒壊してしまう。

＜実験3＞補強なしでは、それぞれの柱の揺れを押さえるものが無く、どんどんゆがみが大きくなり、短い時間ではばらばらに倒壊してしまった。（写真2）

補強を1カ所に入れると、建物の全体のゆがみは小さくなるが、揺れが長くなると補強が無い面が変形し始めるとそれを支えることができず、建物全体が倒壊してしまった。（写真3）

補強を2カ所、異なった方向に入れると、安定性が大きく増した。揺れが長くなることで2階部分のゆがみと崩れが見られたが、最後まで倒れたりすることはなかった。（写真4）

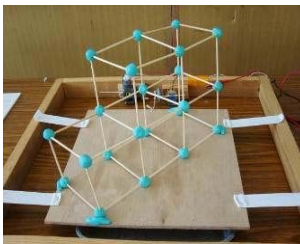


写真1

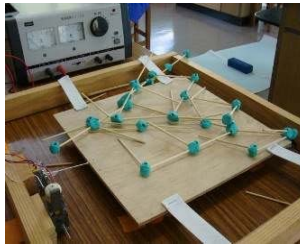


写真2

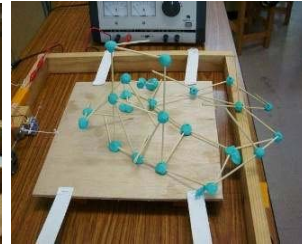


写真3

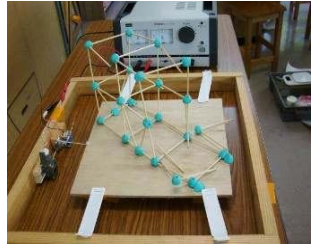


写真4

4 研究のまとめ

実験1より、筋交いが入ると構造が強くなり、補強面が増えるほど建物全体の耐震性は向上していく。全ての面に補強が入ると、大きく揺らした場合もびくともしなかった。

実験2では、加える力（重さ）が大きくなると、安定性は増すが、その分構造への負荷も大きくなる。補強があっても、揺れに耐えられず倒壊するものが多くあった。接着剤の違いは、耐震と免震という視点で2種類試してみたが、木工用ボンドのように柔らかいと早い段階からゆがみは出るが、完全に破壊されないことが多かった。瞬間接着剤でがっちり固めると、ある程度までは変形もせず、しっかりと揺れや力に耐えるが、限界を超えた瞬間に一気に倒壊してしまう。どちらが実際の建物の構造に適しているのか、難しいと思った。

実験3では鶴城中学校の校舎をイメージして実験を行った。校舎は、2年前に耐震補強工事が行われている。そこで、今回の研究の中で疑問に思ったことを、実際に工事を担当された業者の社長さんにご協力をお願いし、質問をして教えていただいた。実験の結果の通り、補強はたくさん入れればその分構造が強くなるが、実際の建物に対しては、コスト面や工期面の問題からそれほど簡単ではないということがわかった。鶴城中の校舎は、東西方向の補強しか入れられていないので、大丈夫なのかと思ったが、校舎の場合は南北方向には全て窓はなく、壁になっているので、壁が建物を支えるので強いということであった。校舎には、1階に3カ所、ブレースと呼ばれる大きな筋交いが入れている。これはK型に鋼材を組み合わせて作られた大変頑丈な補強で、私が調べた中では最も頑丈な補強の形だった。いろんな学校の校舎を見ると2階3階までびっしりブレースが入っているものも見たことがあるが、鶴城中の校舎は、そこまでの補強は必要なかったもので、今の形になったとのことだった。計算上は震度6弱で大破、倒壊しない設計ということだった。また、学校の授業等で校舎を使いながらの工事であるため、業者さんは安全面や騒音面などでとても気を遣われたそうである。