熊日ジュニア科学賞

建築物の強度について

菊陽町立菊陽中学校　２年　友井　寧音

１　研究動機

昨年度も「地震の揺れ方と家の被害」というテーマで研究を行ったが、その際確かとは言えない結果だったと思い、建築物、計測台の改良を行って、さらに観点を変え、建築物の構造に主点をおいて実験したいと考え、このようなテーマにした。

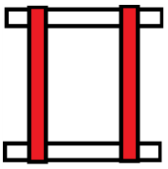


図１

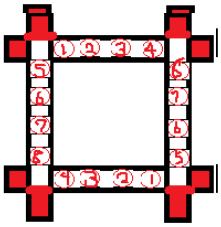


図２

２　実験方法

模型を組み立てて揺らし（♩＝110、大きさ３cm、１往復）記録する。

３　記録基準

Ａ．かみ合わせがずれた…１×（ずれた箇所）点

Ｂ．崩れたもしくは完全に外れた、落下した…２×（本数）点

Ｃ．計測台の上から落下した…３×（本数）点

上記とＡ～Ｃまでの合計点を記録する。それぞれ４回ずつ計測し、比較するデータは以下のとおりとする。

・Ａ～Ｃ…それぞれの合計本数（箇所）

・計…４回分の点数の中央値

模型

４　実験結果１「柱、横の棒の長さ」

	横の長さ（cm）	柱の長さ（cm）	Ａ（箇所）	Ｂ（本）	Ｃ（本）	計（点）
ア、比較基準	19	9.5	10	18	7	12
イ、横の棒の長さを半分にした場合	9.5	9.5	0	47	17	36.5
ウ、柱の長さを半分にした場合	19	4.7	14	0	0	4
エ、柱と横どちらも半分にした場合	9.5	4.7	6	23	0	13
オ、２階の柱を半分にした場合	19	9.5/4.7	0	53	11	33.5
カ、１階の柱を半分にした場合	9.5	4.7/9.5	4	20	0	17

・柱の長さ…柱は、図１の染色部分。

・横の棒の長さ…「余り」（図２の染色部分）２cmも含む。

・柱の位置…図２を参照。４の実験では｛①，④｝においている

５　実験結果２「柱を立てる位置」

この実験は、模型を組み立てる段階で崩れたため、どのように崩れたかのみ記録する。

・②，③の場合…左右に傾きやすく、１階までは組立ったが、２階の横の棒をおくと崩れた。

・①，⑤の場合…②，③よりバランスが悪く、柱から遠いかみ合ったところが簡単に崩れた。

・④，⑤の場合…かみ合った部分が外れるか、そのまま崩れ、ほかも連鎖して崩れた。
・③，⑥の場合…かみ合わさっているところが傾き、ひっくり返るように崩れた。

６　考察

まずは、「柱、横の棒の長さ」について考えていく。

結果アとイ、ウを比べるとウ→ア→イの順に、崩れにくくなっている。アとエを比較すると、ほぼ同じ値を示していることから、崩れやすさは柱の長さと横の長さの比と関係していると推測できる。高層ビルは崩れやすいことと同じで高さが高くなると揺れは大きく伝わり、連鎖して崩れるのにつながると考えられる。

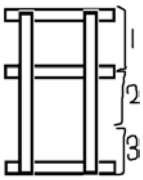
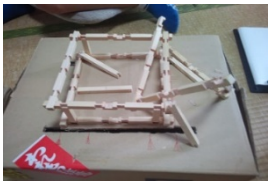


図３

また、ウ→ア→イの順で見ると、値が３倍の割合で増加していくため、横の棒の長さ：柱の長さの割合が２倍、４倍になると、耐久度は３倍、９倍となると考えられ、比が等しいと耐久度も等しいと考えられる。

次にオ、カの結果について考えていく。

まず、オはアよりも崩れた量が増加しており、上記の法則から外れた結果となった。これは２階部分が１階部分の重りとなっているためだと思われる。右の図３はその時の模型を示している。この模型は、３つに分けて考えることができ、１の部分の横の本数だけが２本と、重くなっていることに気づく。上の部分が重いと、重心も上になってしまい倒れやすくなったと考えられる。



しかしカを見ると、これもアより崩れやすくなっている。図３と同じようにしても３の部分が重くなり、安定しそうだが、これは写真を見ると理由が推測できる。右上はアの２回目、右下がカの２回目の写真である。カでは１階は全く崩れていないが、２階がすべて崩れている。一方でアは傾くだけで崩れていない。この結果は２階が受けた衝撃を受け流せたかどうかの違いだと考える。以前、建築物についての記述を読んだ際に、あえて固定しないことで、衝撃を受け止め崩れるのを防いでいる、と目にしたことがある。となるとカは２階部分のみが衝撃に弱く、衝撃を受けた時１階が硬かったが故に受け流せなかったと考えられる。逆にアは１階ももろかったからこそ一定の衝撃を、自らを傾けることで受け止めて、それ以上壊れるのを防いでいたと考えられる。

次に「柱を立てる位置」について考えていく。

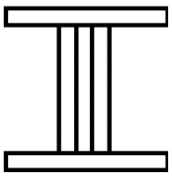


図４

まずは｛②，③｝においた場合である。これが崩れたのは図４のとおり並行している２本の横の棒の中央のみを支えているためアンバランスだったからだと思われる。

次に｛①，⑤｝においた場合である。これも｛②，③｝と同じ理由が考えられる。｛②，③｝より早く崩れたのは図５の通り、構造上、下になる横の棒があり、今回の柱の配置だと片方しか支えられないので、重力によって崩れたと思われる。｛④，⑤｝もまた然りである。

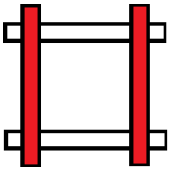


図５

最後に｛③，⑥｝においた場合である。これは横の棒すべての中央付近を支える配置である。これによってかみ合わさっている部分は支えられずバランスが悪かったと考えられる。

これを踏まえると今回は｛①，④｝という基準の配置が一番安定し、柱の配置が耐久度に大きくかかわることが分かる。