

K250.41

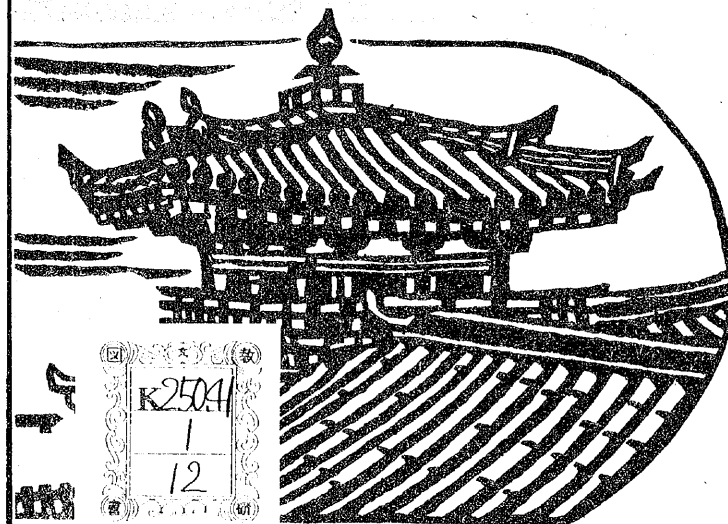
1

12

私たちの科学 12

家はどのようにして できるか

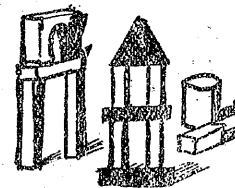
中学校第2学年用



私たちの科学12

家は
どのようにしてできるか

中学校第2学年用

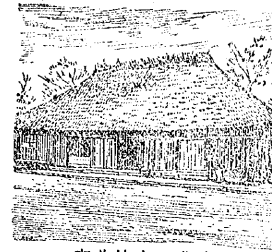


文 部 省
66585

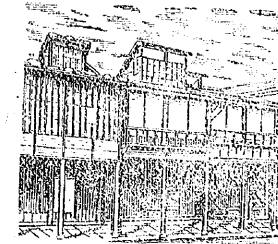
目 次

まえがき	1
1. 家の役目	1
2. 建物の種類	4
3. 建物の材料	6
1. 自然物から加工物へ	6
2. 材料の強さ	11
3. 建築材料の進歩	16
4. 丈夫な建物	33
1. 柱とはりの形	35
2. 柱やはりの組合せ	42
3. 建物の形	43
4. 建物の建て方	55
5. 住みよい家	60
1. 家と氣候	60
2. 部屋の種類	62
3. 部屋の向きと間取り	63
4. 換氣と保温	67
5. 明かい部屋	70
6. 建物の中のとりつけ(設備)	75
6. 燃えない家	80
7. これからの家	84
1. 建物の進歩をさまたげるもの	84
2. りっぱな家と粗末な家	86

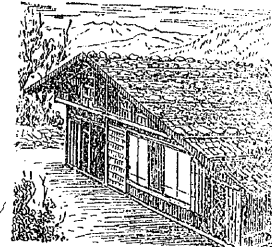
日本の民家



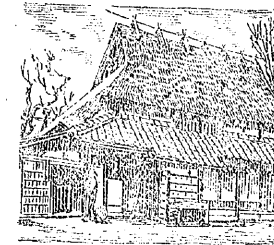
東北地方の農家



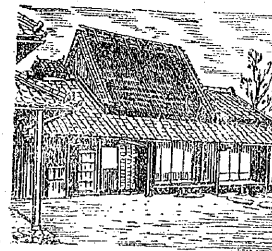
雪國の町の家



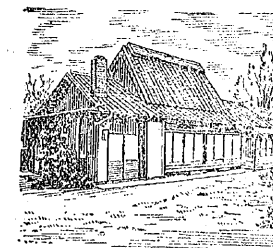
山村の石をのせた家



中國地方の農家

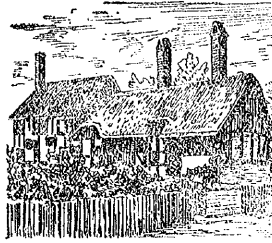


近畿地方の農家

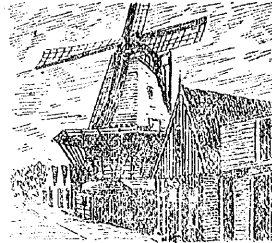


現代家屋の一例

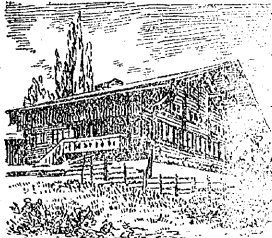
西洋の民家



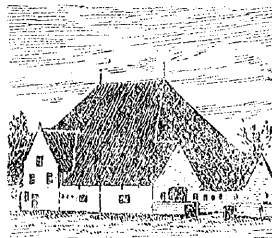
イギリス



オランダ



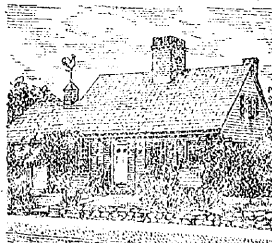
スイス



ドイツ



イギリス



アメリカ

まえがき

住宅問題が今日ほど切実にとりあげられていることは、かつてなかったであろう。すまい(住)は衣食とならんで生活に最も基本的に必要なものであるから、なんとしても解決しなければならない問題である。それは単に住宅の数を増すということだけではない。現在のすまいについて多かれ少なかれ不便を感じない人はほとんどないであろうし、また理想的な家に住みたいと願わないものもないであろう。住みよい、そして安全な住宅にするということも、また、たいせつな問題なのである。

しかし、現在は資材の乏しさに氣をうばわれ、限られた資材をもって、どうして住みよい合理的な家を作るかというくふうがたりないのではなかろうか。たびたび火災にみまわれたつらい経験を生かさずに、防火の問題をまた将来に残しているのではなかろうか。文化の進んだ今日、なおも昔のしきたりや迷信にとらわれているのではなかろうか。現在住んでいる家の不便さをかこつだけで、これを改善していく努力が拂われていないのではなかろうか。それよりも前に、建物というと専門家の仕事で、一般の私たちにはどうすることもできない、いわば無関係なことだと思いこんでいはいないだろうか。

私たちは生活を豊かにしていくために、まず、すまいを健康により便利な快いものにしたいし、りっぱな校舎で楽しく勉強したい。工場や会社にしても氣持よく働けるような建物であってほしい。そして世界に誇りうるようなすぐれた建築物も持ちたい。このような建物を実際に造るのは専門家であるにしても、それをちゅうもんし、それを使うのは一般の人たちである。私たちがみな、建物についての廣い正しい知識を持ち、現在の建物を改善していこうと絶えず努力することによって、はじめて私たちの家も、社会の建物もりっぱなものになっていくのである。

私たちは家や学校や郷土の建物を科学的にしらべ、そのなりたちを理解しよう。また廣く各地方、都会、さらに世界各地の建物を機会あるごとに見聞きして、建物のことを廣く頭に入れよう。

こうした知識をもとにして、現在の家や学校を少しずつでも改善していったり、合理的な構造を設計して家畜小屋などを私たちの手で建てたり、あるいは理想的な家を設計してその模型を造ったりすることは、考えただけでも楽しいではないか。これをやってみよう。その間に私たちの心の中に育ってくる楽しい夢は、將來必ず實現するに違いない。

1. 家の役目

家がなかったらどんなに困るか。

家ははじめどんなものだったろうか。

すみかをつくるのは人間だけだろうか。

南から渡ってきたつばめは、土やわらくずを根氣よく集めてはこね合わせ、左官の職人のように巧みに巢を作る。あるいは地面の小さい穴から土の塊をせっせと運び出して、地下にりっぱな巢を作る。この地中の巢には、食物のくら、卵の部屋、さなぎの部屋からごみすて場まで整っており、これが迷路のようにたくさんのトンネルでつなが合わされていて、まるで地下の町ようである。はちも六角の細長い部屋がきれいにならんだ、アパートのような巢を作る。ありやはちはこちらしてたくさんのかかと共同生活を営んでいるのである。



小鳥の巢

獣のすみか

はちの巢

第1図

野や山の鳥や虫・獣などが木のほら穴や岩のくぼみを見つけ出してすみかとし、あるいはあたりの草や土を集めて巣を作りあげる巧みさには、私たちはしばしば驚かされる。動物たちはこうして外敵から身をかくし、風雨をしのぎ、休養をとり、あるいは子供を育てるのである。

研究 1. 虫・魚・獣などのすみかについてしらべてみよ。

人類も大昔は獣のようにほら穴や立木のかげをすまいにしていたらしいが、やがて自然の石を積みかさねてまわりの壁を作ったり、立木を切って小屋を組むようになったといわれている。

そのころのすまいのあとが日本でもたくさん見つっている。それらはたいいていまるい一部屋だけの家らしく、部屋の中や外まわりには、たくさんの柱の地面につきささった穴が残っている。床は土間のもあれば石を敷いたのもあり、その中には炉が切っである。屋根や壁は草などでふいたのであろう。

研究 2. 大昔のすまいを本でしらべよ。

すまいは衣食と共に私たちの生活に最も基本的なものである。こころみに1日のうち、私たちが建物の中で過ごす時間を考えてみる。農民・漁師などを除いては、ほとんどが20時間を屋根の下で暮らしていることがわかる。雨が降る戸外

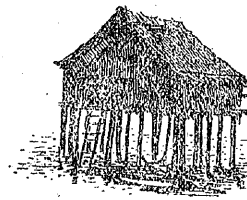
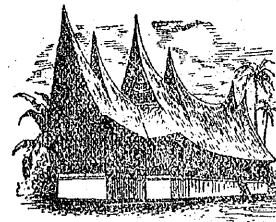
では衣服も多くは役に立たず、食事もしないし、まして仕事をしたり寝たりすることはおぼつかない。雨を防ぐために屋根をふき、つめたい風をさへぎるために壁を作ることは、生きてゆく上になんとしても必要なのである。これに煙出しや明かりとりの窓をあけ、土のじめりがこないように床を張るというようにくふうされて、しだいに家らしい形になってきたのであろう。

研究 3. 毎日の生活をしらべ、建物の中でする仕事と戸外でする仕事とを分類してみよ。

問 1. 家はなぜ必要なのか。

問 2. 家の中で、私たちはどのようなことをしているか。

問 3. 大昔の人は、どんなすまいにすんでいたか。



2. 建物の種類

すまいのほか、どのような建物が必要であろうか。

古い校舎と新しい校舎、古い駅と新しい駅などをくらべると、材料や形が違っているのはなぜだろうか。

人類が最初に造った建物は、すまいであったはずである。しかし原始的な自給自足の生活から、分業による共同の生活へと進むにしたがい、その職業に適した仕事場とか穀物を収める倉庫も必要となる。政治や社会の仕事を行う建物もある。文化の進歩するといっしょに、すまい以外の建物はその種類や数を増し、その規模は大きくなっていく。

現在、私たちのまわりには、このような建物が数えきれないほどたくさんあるし、これからますますふえるであろう。

すまいにしてもこれらの建物にしても、私たちが日々その中で生活しあるいはそれを使うためには、当然、それが作りやすいというだけでなく、住み心地がよく、あるいは仕事に便利で、しかも美しいものであるようにとする努力が常に拂われてきた。同じ目的に使われる建物であっても、学問や技術、建築材料の進歩に伴って、しだいにすぐれたものに変化していったようすが、郷土の建物にも見られるであろう。

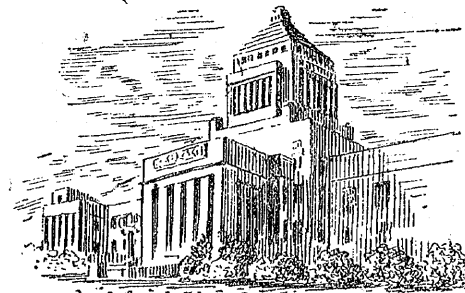
建物は、このような意味で“歴史のかがみ”といわれる。

古い寺院や宮殿の建物に、そのころの学問・技術・藝術・宗教を見、街道筋などに残る旧家に、そのころの風俗をしのぶことができるのと同様に、現在の建物は昔からの伝統の上に今日の文化のあらゆる面をうつし出しているといえることができる。これは大きな建物だけに限らず、ささやかな1棟の家にも見られることである。

研究 郷土の古い建物を調査し、新しい建物と比較せよ。

問 次のことが行われている建物の名をのべよ。

交通や運輸	政治	通信	事務	教育
報道や出版	陳列	治療	集会	裁判
研究や調査	宗教	宿泊	金融	貯蔵
生産や加工	娯楽	治安		



3. 建物の材料

建物はどのような材料からできているか。

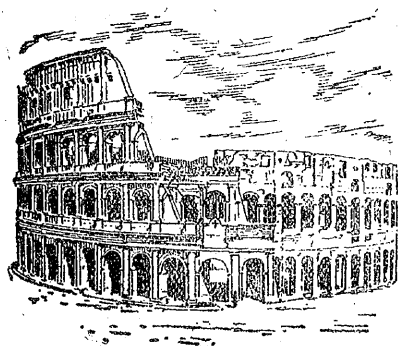
日本に木造の家が多いのはなぜか。

人工による建築材料は、自然物よりもどのような点がすぐれているか。

材料の強さは、どのようにしてしらべることができるか。

1. 自然物から加工物へ

家というと、私たちに、柱も床板も天井も木でできた、つまり木造の家がまず頭に浮かぶ。しかし昔から石造の建物が発達した地方もある。例えばエジプトではすでに紀元前40世紀ごろに石造の建物が発達していたし、ヨーロッパで



第2図 ローマのコロジウム。(紀元70年—82年)。ローマ特有の闘技場の代表的なもの。長径188m、短径156mの楕円形で、約5万人分の観覧席がある。

最も早く開けたギリシアでは、今から2500年あまりも前に、美しい彫刻を施した大理石を積みかさねて、りっぱな建物を造りあげている。さらにローマ時代になると石をアーチ状に組む技術が発達し、コンクリートのような新しい材料も発明されて、石造・コンクリート造の壮大な建物が多く作られるようになった。

イタリアのナポリの東にヴェスヴィウス火山がある。昔ローマの國がさかえていたころ、この火山のふもとにポンペイという町があった。今から1900年ほど前(紀元73年)に、この火山が大噴火をおこしてポンペイの町をたちまちにして火山灰で埋めてしまった。近年になって掘り出したところが、ポンペイの町がそっくり現われてきて、そのころの住宅や生活のありさまがよく知られた。

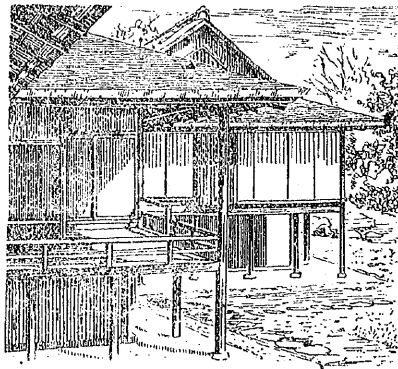
石はその後もおもな建築材料として、ヨーロッパその他の地方に広く用いられている。華北や西アジアからエジプト方面には、粘土を日で乾かして固めただけのれんがで造った家があるし、氷原に住むエスキモーは、氷で家を作ることさえくふうしている。

これらの材料は、みな自然物で、しかも手ちかにたくさんあるものばかりである。

建物をつくるには材料が多量にいるから、交通が不便なところでは、どうしても近所で豊富に得られる自然物を、材料にすることになる。森林が豊かなところには木造が発達し、木材の乏しいところには土造又は石造が多く、木材も石材も少ないところでは土造、木材や石材はもとより、土まで得が

たい砂ばくでは毛皮や毛布で家を造ったり、氷原では氷造りの家までできてくるわけである。

しかし、日本には木材と同時に、質のよい石材も粘土も豊富にあるのに、石造や土造の建物が発達しなかったのはなぜであろうか。木は燃えやすく、また虫がついたり腐ったりしやすいという大きな欠点を持っているのである。それにもかかわらず木造の建物だけが発達してきたのは、これが建てるのに簡単であることと、石や土では日本の気候や風土に適した建物が造りにくいことによるのであろう。日本では雨が非常に多く、ことに夏がむし暑いから、風通しのよい建物でな



第3図 桂離宮
京都の西を流れる
桂川の岸に近く、今
から300年ほど前に
できた離宮。床が高
くあがり、長々との
びていった建物が折
れ曲がって続してい
る。特別な飾りはな
いが奥ゆかしく美し
い。

いと住みにくい。土の家は雨でくずれてしまうであろうし、石の家では大きな窓をあけて、風通しをよくすることが困難なのである。さらに地震でくずれる危険も多い。いきおい木

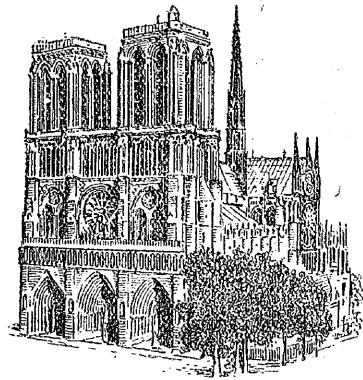
造の建物が多くなったのであろう。

研究1. 日本に木造の建物が多くなったのは、このほかに、どのようなわけがあるだろうか。

このように建物の材料は、手おかに得られる自然物の中から、その土地の気候風土にあった建物を造るのに適したものが、えらばれてきたのである。

自然物をそのまま材料とした建物は、長年の経験によってしだいに住みよい美しいものに進歩して行ったが、これらの材料だけではどうしても行きづまってしまう。柱を組み合わせるのに、なわや植物のつるでしばりつけるだけでは、丈夫な家はとうていできない。継手をつくる技術と共に、鉄のくぎやかすがいを使うことによって大きな建物が生まれる。石も積み木のように積みかさねるだけでは、広い部屋や大きい窓をつくることがむずかしい。石をアーチ状に組み、全体として丈夫な構造にする技術と共に、セメントのような新しい材料によって石をつなぎ合わせたり、壁を塗ることによって、ローマ時代の壮大な宮殿や中世の豪華な教会堂も生まれたのである。

このように材料と建物の形は切りはなせない。こういう形の建物を造りたいと思っても、その材料の強さとか大きさとか、工作のむずかしさなどに制限されて、思う通りにはでき



第4図 ノートル
ダム寺院 (1163年—
1214年)。フランス
のゴシック建築とし
て代表的なもの。幅
47.5 m, 長さ 129 m
高さ 34.8 m, 正面の
三つの入口のまわり
は彫刻でみたされて
いる。

ないことが多い。建物の形は材料によって制約を受けるのである。技術の進歩はこの制約を少なくすることはできるが、根本的に新しいものにすることはむずかしい。自然物だけでなく、これを加工してすぐれた新しい材料をつくり出すことが必要となる。このような新しい建築材料によってこそ、ほんとうに新しい建物が生まれてくることは、近代のどんな新な形の建物や大きなビルディング・摩天楼などが、いずれも鉄骨や鉄筋コンクリート造であることから想像されよう。

私たちは建物を造る技術を理解すると共に、それを組み立てている材料についても知っておく必要がある。

研究 2. 建築材料を自然物と加工物とに分類した表をつくれ。

2. 材料の強さ

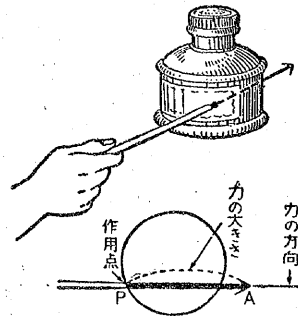
望ましい材料 では、材料のどのような性質が建物の形に制約を加えるのであろうか。土でビルディングを造ろうとしても、模型ならできるが、本物だと建物自身の重みでつぶれてしまうであろう。強さがたりないのである。石が丈夫であっても、これだけで大講堂を造ることはむずかしい。石は重いし、大きな材料が得がたいのである。建物の骨組となる材料は、大きくて、丈夫で、しかもその割合に軽いことがまず望ましい。このほかにも、水や火に強いとか、腐りにくいとか、工作がたやすいとか、美しいとか、値段が安いとか、望ましい条件はたくさんある。木や石や土は建築材料としてどのような長所と欠点を持っているだろうか。また、れんがや金属やコンクリートのような、新しい人工による建築材料は、どのようにすぐれているのであろうか。

ここで、建築材料に最も重要な性質である「強さ」即ち「力」に対する性質についてしらべておこう。

力を表わす矢

実験 1. 力の作用

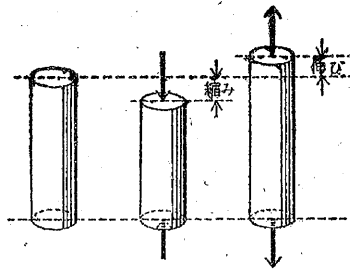
机の上にある物体を、細い棒の先で押してみる。いろいろの押し方で、それがどんなぐあいに滑ったり、まわったり、また倒れたりするかを観察する。



第5図 力の表わし方

これらの三つを図に表わすには、力の働く点（作用点、図のP）を通して直線（作用線）を引き、その上に作用点からの長さが力の大きさを表わす矢（図のPA）を書いて、それを力と考えればよい。

材料の変形 まず1本の棒にいろいろなぐあい（かた）に力を加えてみて、その際、どのように形が変化するものかをしらべてみよう。木材では外からの力の割合に、変形が小さくてわかりにくい場合がある。ゴムのような材料だとこれがはっきりして理解しやすい。

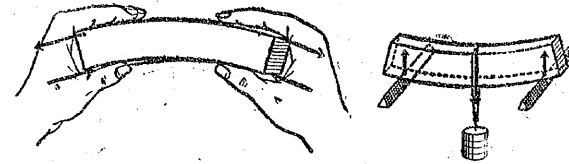


第6図 縮みと伸び

この実験でもわかるように、力が物体の一点に働くときには、それが物体のどの部分に働くか、どの方向に働くか、そして力の大きさは幾らかという三つのことがら（こと）がたいせつである。

これらの三つを図に表わすには、力の働く点（作用点、図のP）を通して直線（作用線）を引き、その上に作用点からの長さが力の大きさを表わす矢（図のPA）を書いて、それを力と考えればよい。

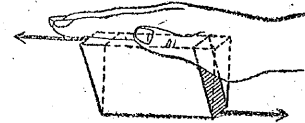
- i) 両端から押すと力に応じて長さが縮む（第6図）。
- ii) 引っ張れば力に応じて伸びる（第6図）。



第7図 曲げ

- iii) 第7図のように指ではさんで、互に反対にまわすように力を加えると、扇のような形に曲がる。このような変形は、棒を両端で支え、中央にあもりを下げた時にもおこる。

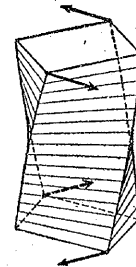
- iv) 机の上に置き、上の面を手のひらで横に滑らせるように押すと、ずれて



ひし形に変形する（第8図）。

第8図 ずれ

- v) 手ぬぐいを絞るように、両手でひねるとねじれる（第9図）。



第9図 ねじれ

ずいぶんたくさんあるが、どの場合にも、加えた力が比較的小さい間は、力を取り去れば材料はもと通りの形にもどる。材料のこの

性質を「弾性」といい、この範囲を「弾性限界」と呼んでいる。ゼンマイやバネも、この範囲内で使っているのである。

その範囲をこえてひどく変形させると、力を取り去ったあとにも変形が幾分残る。ゼンマイを引っ張り過ぎるともと通りに縮まなかったり、棒が曲がったなりで、もとにもどらなかったりするのはこの場合である。

さらに大きな力を加えると、変形はますますひどくなり、あるいは材料は切れたり、つぶれたりしてしまう。

このように変形はいろいろある上に、またその材料がこわれるまでには複雑なみちすじを通るのである。

実際の建物や橋、さらに船や車台のような構造物には、いろいろの力がかかる。それ自身や、中に乗るものの重さをうけるだけでなく、地震や強風によって、さらに船や車台ではそれが走ることによって外から強い複雑な力が加わり、それによって材料にいろいろな変形がおこる。材料はこれに耐えなければならない。したがって材料の強さは、さきに実験した少なくとも5種類の変形についてしらべなければならないことになる。これはたいへんな手数である。5種類の変形をもう一度吟味してみよう。

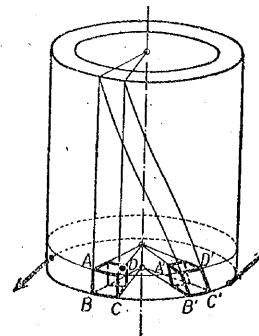


第10図 曲 げ

iii) の扇形の変形を、材料の各部分についてこまかく観察すると、上の部分は引っ張られて伸び、

下の部分は押されて縮み、結果として丸く曲がったことがわかる。即ち曲げは、材料の伸びと縮みが組み合わされたものであり、したがって材料の曲げに対する強さは、引張力に対する強さと圧縮力に対する強さの二つからおおよそ見当がつくはずである。

iv) のねじれについても同様に、材料の各部分について観察してみよう。図のような円筒がねじれると、ABCDの直方体は、横に移動してA'B'C'D'となり、これは(iv)の場合と同じ変形である。即ちこのように材料をねじった場合には、材料の各部分にずれがおこっているのである。



第11図 ね じ れ

材料の強さ こうしてみると、「伸び」と「縮み」と「ずれ」が変形の基本的なものであり、したがってこれを引きおこす「引張力」と「圧縮力」と「ずらす力」(せん断力)の三つに対する強さで、材料の強さを表わすことができるわけである。

「引張力」に対する強さを「引張強さ」「圧縮力」に対する強さを「圧縮強さ」「ずらす力」(せん断力)に対する強さを「ずれ強さ」(せん断強さ)と呼んでいる。

これらの強さを測定するには、しらべようとする材料を適当な太さの棒に削り、この棒に、ねじやてこのしかけでしだいに大きな力をかけて行く。そして材料が耐え得る最大の力を測る。この力は、材料の断面積 1cm^2 または 1mm^2 についてどのくらいに当たるかを計算するのである。

実際の建物や橋では、その材料の強さの限度まで力を加えることはしない。それははなはだ危険であるばかりか、そのような大きな力をかけると、材料ははなはだしく変形し、力を取り去っても変形がもとにもどらなくなる。材料は少なくとも弾性限界内で使わなければならない。

さて、これらの知識をもとにして、おもな建築材料の性質をしらべてみよう。

3. 材料の進歩

木材と石材 木の繊維の方向に力を加えたとき、すぎでは引張強さも圧縮強さも切口の面積 1cm^2 につき 400kg ぐらい、ずれ強さはずっと小さくなって 50kg ぐらいである。ひのきやまつはこれよりいくぶん大きい。この割合からすれば、4寸角のすぎ柱は約 50t の引張力や圧縮力にまで耐え得るわけである。実際には弾性限界内で使うから、 20t ぐらいまでであり、さらにふしや木目の不均一さを考えに入れば、 10t ぐらいまでにするのが安全である。

石材ではようすがだいぶ違ってくる。石が圧縮力に対して強いことは、私たちがよく経験するところで、例えば花崗岩

の圧縮強さは切口の面積 1cm^2 につき 1700kg にも及び、安山岩でも、 1100kg ぐらいはある。ところが引張強さとなると、その $1/10$ から $1/20$ しかない。圧縮力には強いが、引張力には、はなはだ弱いのである。であるから石材は土台とか石段のように、圧縮力だけがかかるところには向くが、引張力がはたらく場所には不適當であり、したがって、はりや長い柱のような、曲げの力がはたらくところには使えない。

木材の比重と強さ(木の繊維の方向に力を加えたとき)*

種 類	比 重	引張強さ	圧縮強さ	ずれ強さ
		kg/cm^2	kg/cm^2	kg/cm^2
す ぎ	0.4	450	400	50
ひ の き	0.5	570	520	70
あ か ま つ	0.5	570	520	80
と ど ま つ	0.5	810	430	70
ぶ な り	0.7	870	490	100
く ら ら	0.5	600	350	60
な ら き	0.8	900	460	80
け や き	0.7	880	530	100
あ か が し	1.1	1200	510	120
き り	0.3	240	370	—

* 木の繊維に直角の方向に力を加えたときはおよそ次のようになる。

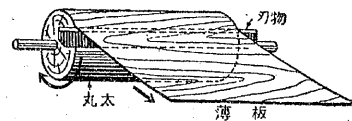
引張強さ $1/10 \sim 1/20$, 圧縮強さ $1/5 \sim 1/10$, ずれ強さ $2 \sim 8$ 倍。

石材の性質

種 類	比 重	圧 縮 強 さ	性 質
		kg/cm^2	
花 崗 岩	2.7	1600~1900	堅くて美しい。火に弱い。
安 山 岩	2.5	900~1200	堅く、水・火に強い。
凝 灰 岩	1.5	90	散らかい。火に極めて強い。
大 理 石	2.7	1200~1600	堅くて美しい。火に弱い。
(コンクリート)		200~400	

強さからみても、重さからみても、木材はすぐれた材料である。もともと木は生えている時から柱の形をしていて、そのままでもはりや電柱になるほどであるのに、さらに工作が容易なことは石材の比でない。それを建物の形に組み立てるにも簡単な道具で手取り早くできる。しかし材料が細長いことと、木の繊維の方向に比べてそれに直角の方向には、著しく弱いことが欠点といえよう。建物の骨組を造っても、その間を壁や床や天井で仕切らなければ部屋にならない。仕切るには幅の広い板がほしいが、幅が1mもあるものを丸太から切り出すとすれば、何百年もたった大木が必要であろう。また、せっかく切り出しても、じきに縦に割目がはいつてくるに違いない。であるから、床や天井を張るにも部屋を仕切るにも、普通にはせいぜい20cmか30cmの幅の板を、横に割れないように他の柱で補強しながら使うのである。縦にも横にも強い、幅の広い板があったらもっと便利であろう。ベニヤ板(合板)はこのような要求から生まれたのである。

図のように丸太の腹に大きなかんなをあて、丸太を強い力でまわせば、丸太はうずまき形に削れていき、幅の広い薄板が引き続いて出てくる。



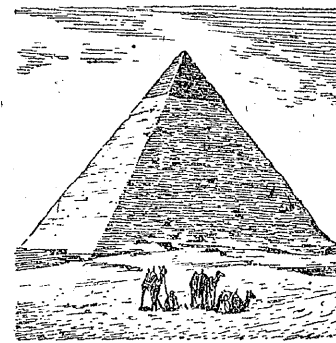
第12図 薄板をつくる装置

この薄板を、木のすじが交互に縦横になるように3枚とか5枚とかはり合わせると、横にも縦にも強い大きな板が得られる。これがベニヤ板(合板)である。

木材はこのように工作が簡単なことも長所である。石材はまず岩山から切り出すことが容易でない。切ろうとする場所に沿って幾つかの穴を掘り、次にこの穴に鉄のくさびを打ちこむ。ミシンのはいった紙が穴に沿って切れるように、岩も穴に沿ってひびがはいり、石材が切りとれるのである。さらにこれを運ぶにも、適当な形に刻むにも骨が折れる。

研究 3. 石切場を見学せよ。

今もエジプトに残るピラミッドは、岩山から長さ3m、幅と高さが約1mという大きな石を切り出し、これを積みかさねて造ったものである。このような大きな石を切り取ったり、この重い切石を運んだり、さらにこれを高く積み上げるには、技術と共にばくだいな労力を要したのである。一番大きいギゼーのピラミッドは、その高さが147mもある。これが五千数百年も昔にできたのであるから、当時の社会制度と考え合わせて、驚くほかはない。



第13図 ピラミッド

現在では切り出すにも運ぶにも工作するにも機械を使うことができるから、よほど楽になったが、それでも木材のようにはいかない。しかし木造の建物が常に火災の危険にさらさ

れ、あるいは腐るために寿命が短いのに比べて、石造の建物は変質することは少なく、また燃えないという極めてすぐれた性質を持つ。両方の長所だけを持ったような材料はないものだろうか。

粘土 粘土を水でこねると軟らかい塊になる。これはゴムやコンニャクの軟らかさと異なり、力を加えたとその通りにへこみ、力を取り去っても変形がもとにもどらない。物のこのような性質を塑性と呼んでいる。粘土にかぎらず、塑性に富む材料は一定の形にするにも、石や木のように切ったり割ったりする労力は全くいらない。型にはめたり、指でこねたりして任意の形を與えることができるから工作が非常に簡単である。ただ、そのままでは形がくずれやすいから、これを固まらせる必要がある。

粘土は乾かすだけでも固まるが、その強さは、石や木に比べたら問題にならないほど弱い。また、乾くときに縮むからひびがでやすい。

実験 2. 粘 土

目的 粘土の固まり方と強さをしらべる。

操作 1) 水でこねた粘土をガラス板に塗りつけ、その伸びぐあいをしらべる。

2) 乾くにしたがい、ひびわれができてくるようすを観察

する。

3) 白墨ぐらの棒を数本つくって乾かし固め、それらを圧縮したり、引っ張ったり、曲げたりして強さをしらべる。

粘土に切りわらや麻くずをまぜたり、海草を煮出したのりを加えて壁土にするのは、引張強さを増すための、巧みな方法である。それでも竹の骨に支えられてようやく壁の役目を果たす程度の強さしかない。それに乾いて固まったといっても、粘土の実質が変化したわけではないから、水を吸うと再び軟らかくなる。粘土は工作がたやすいが、これで大きな丈夫な建物を作ることはとうていできない。華北やアラビアでは雨がほとんど降らず、地震がないからこそ粘土造の家でもすむのである。

粘土を石のように堅く、また水にも強いように固まらせる方法がないものだろうか。

す焼とうわぐすり 乾いて固まった粘土はすぐ粉になるが、だいたい色になるくらいの高い温度 (700°~1500°) で長時間熱すると、粉と粉とがつながりあって一つの塊となり、水にあっても溶けなくなる。これがす焼である。す焼をつくる技術は大昔からあったらしい。粘土で作った炉の中で火を燃しているうちに、粘土が堅いものに変化するというようなことから、自然にす焼を作る技術が発見されたものとも想像され

る。す焼ができると粘土の用途は急に廣くなり、なべやつばやさらのような食器類から、かわらやれんがのような建築材料まで造られるに至った。

ただ、す焼のままであると質があらう。す焼の器に水を入れておくと、外側まで水がにじみ出てくるし、植木ばちでも土の水分を吸って、外側までしめりけがくる。す焼には極めてこまかい穴がたくさんあいているためで、ガラスの器ならこのようなことはない。そこで灰にいろいろの石の粉をまぜ合わせたものを水でどろのようにといた「うわぐすり」がくふうされた。これをす焼の表面に塗り、乾いたらもういっぺん熱すると、表面にガラス質ができるのである。こうすれば水を吸わないし、表面が滑らかになる。

粘土を丈夫に固まらせるには、このように熱する方法しかみつかっていない。小さな材料についてはこの方法が用いられるが、建物全体とか土壁のような大きいものを熱するわけにはいかない。

粘土のように塑性があり、しかも熱しなくても丈夫に固まる物質はないだろうか。

石灰 貝がらや石灰石の主成分は、炭酸カルシウムという物質である。これを強く熱すると質が変わって生石灰になる。生石灰に水を注ぐと熱を出しながら化合して消石灰という白い粉に変わる。運動場に白い線を引く時に使うあの白い粉である。消石灰を水でこねると、粘土のように塑性を示すが、それを放置しておくとしだいに堅くなる。それは乾くためばかりではない。その証拠に、固まったものを水に入れても、

もはや水に溶けない。実質の変化が起ったのである。これは消石灰が空気中の炭酸ガスと化合して、再びもとの炭酸カルシウムにかえったのである。

実験 3. 石 灰

目的 生石灰は水と化合して消石灰に、消石灰は炭酸ガスと化合して炭酸カルシウムに変化することをしらべる。

準備 貝がら・石灰石・石灰水・塩酸・試験管・ガラス管

操作 1) 石灰水（少量の消石灰を水にかきまぜ、しばらく放置して得た上澄み）にガラス管で息を吹きこんでその変化をみる。

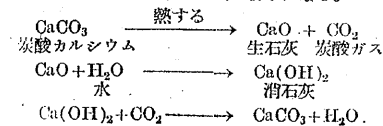
2) 貝がらを碎いて試験管に入れ、塩酸を加えて変化を観察する。この際発生する気体を、ガラス管で石灰水の中に導き、その変化を観察する。

3) 生石灰に水を加え、その変化を観察する。

4) 消石灰に塩酸を加えてどうなるかをしらべる。

5) 消石灰を水でどろ状にこね、ガラス板に塗りつけ、数週間放置し、固まるようすをしらべる。これが再び水に溶けるかどうかをためす。これに塩酸を加えて発生した気体

* この変化を化学式で表わすと次のようになる。



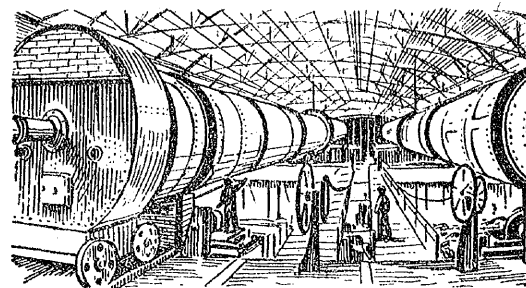
をガラス管で石灰水中に導く。この反応を 1) と比較して考察する。

炭酸カルシウムは、質も堅いし水にも溶けない。粘土のかわりに消石灰をこねて壁を塗れば、今度は丈夫な壁ができるはずである。実際には、消石灰に砂をまぜたものを使う。「しっくい」とか「石灰モルタル」とかいうのは、これである。ただ乾くのと違って、空気中にわずかに含まれる炭酸ガスと化合するのであるから、中までほんとうに固まるまでには 1 月も 2 月もかかるが、固まってしまうと、雨にあたっても平気である。

ピラミッドの石のすきまには石灰モルタルがつめてあるというし、ローマ時代の建築には、消石灰に火山灰や砂や石をまぜたコンクリートが用いられている。日本でも、しっくいの白壁は昔からひろく用いられている。

セメント (ポルトランドセメント) 石灰モルタルよりも丈夫で、もっと早く固まる材料を作り出すために、多くの人々が苦心したが、石灰石だけを焼くよりは、それに粘土を加えて焼いたものの方が強く固まるし、空気中でなくても固まることが発見された。これがポルトランドセメントである。

即ちこの原料は石灰石と粘土で、これを 8:2 ぐらいの割合にまぜて粉末にする。これを図のような長い円筒形の回転炉の上の端から送りこむのである。炉をゆるやかに回転させ



第14図 セメントの製造装置

ると、原料は徐々に炉の低い方へ移って行く。この際、回転炉の低い方の端からは、石炭の粉を燃焼させた煙のあが吹きこまれるので、材料は高温度に熱せられてしだいに焼き固められ、炉の端から丸い塊になって出てくる。この玉をクリンカー (燒塊) と呼んでいる。クリンカーを粉末にしたものがポルトランドセメントである。水でこねると固まるが、その固まる速さを遅くするために、少量の石こうを加えてある。

実験 4. セメントとコンクリート

目的 セメントの性状をしらべ、コンクリートの製法を理解する。

操作 1) セメントを水でどろ状にこね、2 枚のガラス板上にまんじゅう型に盛りつける。一つは空气中、一つは水中に置き、時間と共に固まるようすをしらべる。

2) セメントに砂を加え、水でこねて型に入れ、時間がた

つにつれて、その強さが増すようすをしらべる。^{*}

3) 砂利・砂・セメントを水でこねて型に入れて固まらせ、その強さをしらべる。あのおの割合を変えて比較する。

セメントの固まり方は、石灰の場合とは異なり、炭酸ガスを必要としない。水と化合して実質が石のように変化するのである。したがって水の中でも固まる。また、固まり方も早いし、固まったものは石のように丈夫である。

砂利と砂にセメントと水をかきまぜると、砂利や砂がセメントでつなぎ合わされて堅い地になる。これがコンクリートである。見たところばかりでなく、その強さや堅さも石材によく似ている。

しかし建物をつくるのには、コンクリートの方が石材で組み立てるよりはるかに簡単であり、でき上がった建物は非常に丈夫である。材料を切ったり、削ったりする手数は全くいらないし、さらに材料を一つ一つ積みかさねたり、つなぎ合わせたりする労力もはぶける。鋳物のように、建物の型の中に材料を流しこんで、いっぺんに建物をつくり上げることができ、極めて能率的である。このようにしてできた建物は、それがどんなに大きいものであっても全体が一続きで、継目

^{*}セメントモルタル(セメント1, 砂3)の強さが時間と共に増すようす(一例)

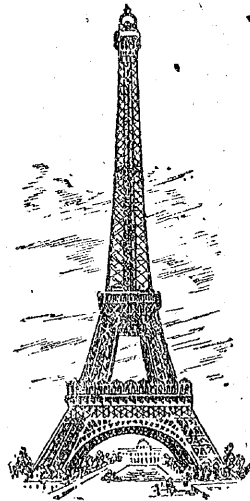
日数	3日	7日	28日
圧縮強さ kg/cm ²	150	220	300
引張強さ kg/cm ²	—	20	25

のような弱点をもたない。火に対しても強い。これは建物の画期的な進歩である。^{*}

石に似て引張強さが弱いという欠点も、鋼を中に入れることで補われ、鉄骨・鉄筋コンクリートはついに建築材料の王座を占めるに至った。

鋼^{*} 鋼はロープやレールに使われるくらいで、極めて強い物質である。その成分や処理の仕方で多少異なるが、引張強さ、圧縮強さは切口の面積 1 mm² につき 50 kg にも及ぶ。実際には弾性限界内で使うから、1 mm² につきだいたい 20 kg 以内であるが、それでもマッチの軸木ぐらゐの針金で大人 1 人をつり上げることができるほどである。質が均一なこと、任意な形に工作できること、リベットやよう接で丈夫につなぎ合わせられることなどもすぐれた点である。今から 90 年ほど前に、この鋼を大量に製造する方法が発明されてからは、機械にも船にも鋼が多量に使われはじめ、工業が盛んになり、それによってまた製鋼法が進んだ。建物材料としても鋼を使う試みがしだいに盛んになったが、中にもフランスの建築学者エッフェルは、60 年ほど前にパリで開かれた万国博覧会の

^{*}鉄と炭素(C 0.04~1.7%)との合金である。きたえていろいろの形にすることができ、また熱入れによって硬さを増すことができる。一般に、炭素の割合がふえるにしたがって硬さを増し、その硬さによって極軟鋼(C 0.25%以下)、軟鋼(C 0.25~0.5%)、硬鋼(C 0.5~1.0%)、極硬鋼(C 1.0%以上)等の 4 種に区別する。橋・建物その他の構造物には、軟鋼が多く用いられる。



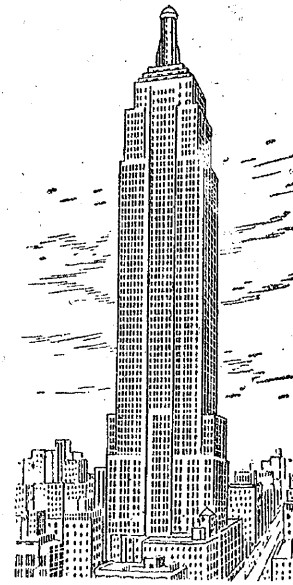
第15図 エッフェル塔

鉄骨・鉄筋コンクリート造は、鋼の細い棒、つまり鉄筋や鋼の太い棒を組み合わせて建物の骨組を造り、これをコンクリートで包んだ造り方である。床も屋根も壁も柱も継目なしの一続きであるし、コンクリートの引張強さが小さいのを鋼で補うから、全体として非常に堅固なものになる。また、むき出しでは火に対して弱い鋼が、火に強いコンクリートで包まれているために、鉄骨・鉄筋コンクリートは火災にも安全である。これまでの建築材料は強さに欠点があったし、特にその継目は大きな弱点であった。建物に組み立てるにも、一つ

時に、高さ300mというエッフェル塔を作り、鋼によってこのような高い建物ができることを示して世の人を驚かせた。現在、私たちのまわりには、高圧線やアンテナの鉄塔・鉄橋・鉄骨造の建物など、鋼を用いた構造物がたくさんある。どのような形の材料をどのように組み合わせてあるか、そのむだのない合理的な構造や美しさなどをよくみよう。

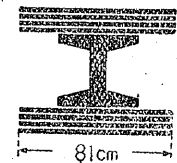
鋼は鉄骨・鉄筋コンクリートの材料としても重要である。

一つの部分を造り、これを組み立てていくのであるから、大きな労力を要した。鉄骨・鉄筋コンクリートは、広い部屋でも、大きな窓でも作ることができ、建物の形は極めて自由になった。大きさからいっても大きな階数の多い建物がたやすくできるようになり、ついにニューヨークにエンパイアステートビルディングのような摩天楼さえ生れた。この建物は85階（先の細いところまでいれば102階）、高さ379m、まさに富士山(3776m)の $\frac{1}{10}$ に達する高さである。これだけの高層建築を石材でつくるとしたらピラミッドのようになってしまい、人の住む空間などほとんどなくなるであろう。



第16図 エンパイアステートビルディング

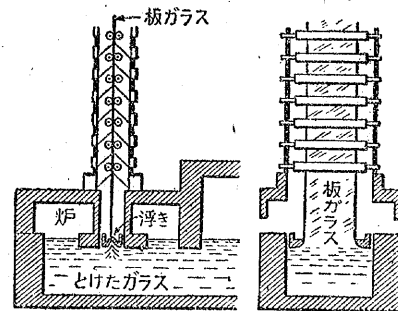
イソバの柱の断面



丸ビルの柱の断面



ガラス 鋼とコンクリートと、それにガラスを加えて近代建築の三大材料と呼ぶこと



第17図 板ガラスの造り方

がある。光をよく通し、力にも水にも強いという点で、ガラスはかけがえのないいせつな建築材料である。このごろの建物

に比べて著しく明るくなったのは、一つにはガラスを使うようになったおかげである。

ガラスの造り方は陶器のように簡単ではない。原料のうち白砂と石灰岩は自然に産出するものであるが、もう一つの炭酸ソーダは、おもに食塩から化学的に製造される薬品である。これらの原料を粉末にして混ぜ、1500度ぐらいの高温でとくとガラスの素地になる。これから窓ガラスをつくるには、とけているガラス素地の中に、細長い穴のある耐火粘土製の浮きを浮かべ、これを押しこんで盛り上がってくるガラス素地を、一定の速さで引き上げるのである。

研究 4. ガラス工場を見学せよ。

建築材料はこのほかにも極めてたくさん種類があるし、

これからはもっとすぐれたものが生まれるであろう。さらに良質なセメント、ベークライトのような合成樹脂、アルミニウムやマグネシウムのような軽金属なども、建築の方へ進出してくるかもしれない。そして新しい材料によって、建物はますますすぐれたものになるであろう。

私たちはまず私たちの家や社会の建物についてその材料をしらべ、それらの長所と欠点とを見出し、よりよいものにするくふうをしよう。

問 1. 建築材料として用いられているおもな自然物を五つ挙げよ。

問 2. 大きなビルディングは、おもにどんな材料からできているか。

問 3. 建築材料として望ましい性質を四つ挙げよ。

問 4. あいているところを補え。

○材料に外力を加えたときの変形は(), (), (), (), ()の五つに分類することができる。

○材料の強さは、引張力、圧縮力、及びせん断力に対する(強さ), (強さ), 及び(強さ)の三つからおよそわかる。

○外力を取り去ると、もとの形にもどる性質を(), 変形したままで、もとの形にもどらない性質を()

という。

○ガラスの原料は()である。

○セメントの原料は()である。

○コンクリートは()をまぜ合

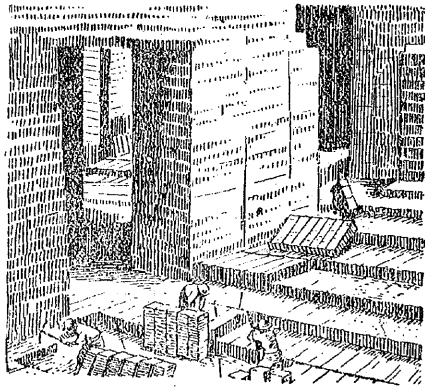
わせたものである。

問 5. 引張強さの大きい材料に○をつけよ。

(木, 石, 粘土, れんが, コンクリート, 鋼)

圧縮強さの大きい材料に○をつけよ。

(木, 石, 粘土, れんが, コンクリート, 鋼)



石 切 場

4. 丈夫な建物

どんな原因で建物がこわれるか。

建物・鉄橋・鉄塔などの構造物にはどんな形の柱やはり
が使っているか。

どうすれば地震にも暴風にも耐える丈夫な家ができるか。

講堂や屋内体操場のような広い部屋の柱やはりは、どの
ように組み合わされているか。

建物・鉄橋・鉄塔・家などの骨組は、棒材が三角形に組
み合わされてできているのはなぜか。

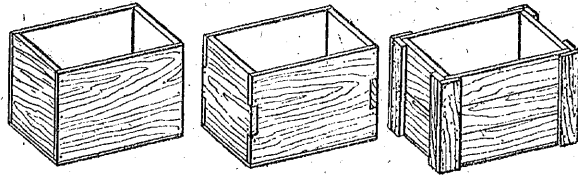
木造・石造・鉄筋コンクリート造などの建物はそれぞれ
どのようにして建てられるか。

暴風に吹きたおされ、あるいは雪におしつぶされる家は毎
年かなりの数にのぼるし、地震で一時に何千という家がこわ
されることもまれでない。このような天災地変によるばかり
でなく、人や物の重みで床が落ちたというようなことさえ聞
くことがある。

いつつぶれるかわからないような建物の中では、落ち着い
て仕事もできない。建物は人や物の重さに対してはもちろん、
地震にも強風にも耐えなければならない。わが国は特に地震
が多く、また、台風の通りみちで、しばしば暴風におそわれ

る。よほど丈夫に造っておかないとこわされてしまう。

しかし、必要以上に丈夫にすることも材料や作る労力がむだである。それに、壁や柱に場所をとられて部屋がせまくなり、使う上にもぐあいが悪い。中にはいる人や物の重さが予測できるのはもとより、地震や暴風のような自然現象にしても、長年の観測からその程度の見当はつく。私たちがくふうしなければならないのは、このような外力に耐える丈夫な建物を、少量の材料でどう作り上げるかというところである。



第18図 木箱のいろいろ

例えば木箱を作るにも、厚い板をくぎで打ちつけるかわりに、もっと薄い板を組み合わせてにかわづけにするとか、こわれやすい所にだけ厚い板を使うとかのくふうによって、丈夫なものにすることができる。

研究 1. 木箱のつくり方を研究せよ。幅のせまい板で丈夫な大きい箱をつくるには、板をどのように組み合わせたらよいだろうか。

1本の棒にしても、組み立てられた骨組にしても、大きい

力が作用する部分には十分に材料を使い、小さな力しか受けない部分には少しか材料を用いないようにすることが必要である。それには、それらの各部分にどのような力が加わるかをしらべなければならない。

1. 柱とはりの形

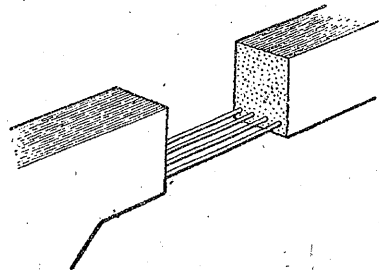
木造や鉄骨造の建物は、棒が縦横に組み合わせられてその骨組となっている。縦の棒を「柱」、横の棒を「はり」というが、まずそのおのおのについてしらべてみよう。柱はおもに上からかかる重みを支えるためのものであるから、圧縮強さの大きい材料が必要である。

鋼や木材はもちろん、石もコンクリートも、圧縮強さの点では欠点はない。柱のように、長さの方向にだけ力が加わるときは、重みに耐えるだけの太さ(断面積)を與えればよいわけである。ところが実際には、大きな重みがかかると各部分の縮み方がとかく不均一であるから、弓なりに曲がり、ついには中央部で折れてしまう。曲がりにくくするくふうも必要なのである。これについては、はりのところでしらべよう。

はりとはりで支えられており、重みははりに直角の方向から加わる。小川に渡した一本橋のようなものである。

はりがこのような力を受けて曲がるのは、材料の下側が伸び、上側が縮んだためである。いいかえれば、下側に、張力が働き、上側に圧縮力が働いたためである。したがって、は

りの材料は圧縮強さも引張強さもそろって大きいものがよい。これからみても、鋼や木材ははりとしてよい材料である。しかし石材やコンクリートでは、圧縮強さは大きい引張強さが小さいので、曲げると外側からこわれる。したがってはりには向かない。しかし、図のように引張力のかかる部分に鉄



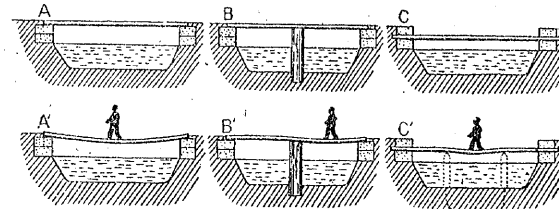
第19図 鉄筋コンクリートのはり

筋を入れれば、丈夫なはりになる。鉄筋コンクリートの建築にはこれが應用される。

はりのたわみ

方は、材料の種

類によって違うだけでなく、はりの形や力の加え方によって異なる。例えば一本橋を渡る場合、橋のたわみ方はこれに乗る足の位置でだいぶ違う。岸に近いところに乗るとたわみは小さく、まん中に乗ったときに最も大きくたわむ。即ち、力を加える場所が支点から離れるほどたわみは大きくなる。長いはりがたわみやすいことも、これから想像できる。たわみにくい丈夫なはりをつくるにはどうしたらよいであろうか。支点の間をせまくすることも一つの方法であろう。図のBのようにまん中に柱を立てるとか、家の場合には、柱の数を増してはりを支えればよい。こうするとはりは丈夫になるが、

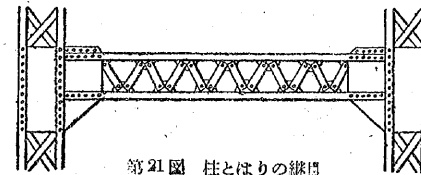


第20図 橋げたのたわみ

この二点で支えた
はりと同じになる

部屋を使う時、その柱がじゃまになることもある。もう一つの方法は、はりの両端を完全に動かさないように固定することである。一本橋にしても、兩岸に乗せただけでは単純なはりとしての働きしかない。もし適当な方法でCのように両端を固定すれば、はりの曲がりぐあいは図のC'のようになり大きな力に耐え得ることがわかるであろう。*

柱の上にはりが乗る場合でも、この継目を完全に固定して、ここで曲がらないようにすれば、単純なはりよりも丈夫な構造物になるわけであ



第21図 柱とはりの継目

* 実際には橋の両端を岸に固定することは少ない。それは技術的にもむずかしいし、また温度の変化によつて橋が伸び縮みするのを無理がないように支えるためである。

る。木材でこうすることは困難であるが、鉄骨ならば、リベットを打つとかよう接することができるし、コンクリートは、柱もはりも継目なしに一体につくりあげられる。

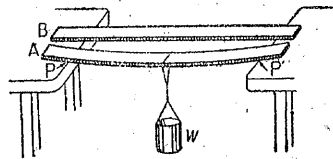
丈夫なはりをつくるさらに一つの方法は、はりの形をくふうすることである。太いはりはたしかに曲がりにくい。しかし、ただ太さ(断面積)だけでなく、切口の「形」によっても強さが違うのである。

実験1. はりの強さ

目的 はりの断面の形及び支持法によって、そのたわみが異なることをしらべる。

準備 はり(切口の形が1 cm×3 cm ぐらいの矩形で、長さ1 m ぐらいの木の棒) 2本、種々の重さのおもり(ひもでつるしたあきかんに、小石を入れて用いてもよい) 2箇、支点にする台、二つの机を離して置き、机の角を支点にしてもよい) 2箇。

操作I. 両端で支えられたはり

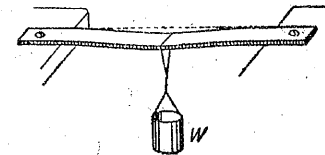


第22図

支点の上にはり(A)をかけ渡す(第22図)。まず、切口の幅の広い方の面が支点に乗るような置き方でしらべよう。図で、もう1本のはり(B)が並べ

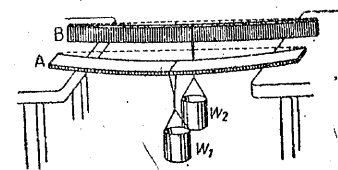
て置いてあるのは、おもりによる(A)のたわみを比較するための基準である。

- i) 支点の間に適当にえらび、おもりの位置をいろいろに変えてためす。
- ii) おもりの重さをいろいろに変えてためす。
- iii) 支点の間の距離をいろいろに変えてためす。
- iv) 両端を固定したは



第23図

り(第23図)について、その曲り方をしらべる。
次に、切口の幅の広い面が上下になるように置いてしらべてみよう。

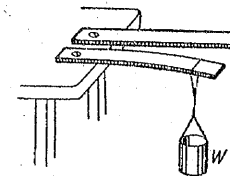


第24図

- v) 同じ重さのおもりを2箇用意し、それぞれを、切口の広い面を縦にして渡したはりと横にして渡したはりにかけて、たわみを比較する(第24図)。

操作II. 一端を固定したはり

- i) はりを一端で台に固定し、これにおもりをかけてたわま



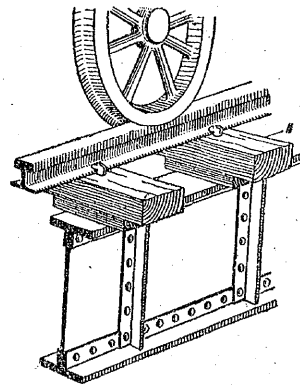
第25図

せる。おもりの位置をいろいろに変えてためす(第25図)。

ii) おもりの重さをいろいろに変えてためす。

切口の形が矩形のはりは、肉の薄い方向に力が加わった場合には弱い、肉の厚い方向には強いことがこの実験からわかった。同じ材料でも、力のかかり方を考え、これに応じて適切な使い方をすれば著しく丈夫なものになるのである。

研究 2. どの建物にも切口が矩形のはりがたくさん使われている。これらのはりは力のかかる方向に対して、適切に用いられているかどうかしらべてみよ。



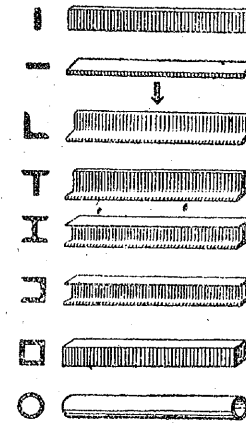
第26図 鋼板橋とレール

はりの各部分をしらべてみると、最も大きく変形する部分は上側と下側であって、その中間はわずかである。そこで、はりの上下の両側だけでも肉を厚くしてI字形にしたら一段と丈夫になるであらう。鉄道のレールや鉄橋の鉄骨が、あの大きな汽車の重みに耐え得る

のは、材料がI字形になっているためである。

これまでしらべたのは一方向からだけ力が加わる場合であった。縦からも横からも力が加わる場合はどうしたらよいであらうか。

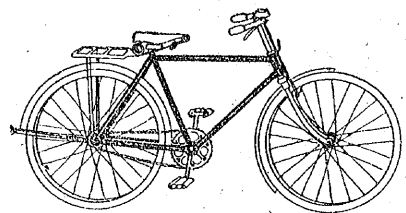
2枚のひらたいはりを直角にL字形とかT字形に組み合わせれば、縦にも横にも強いものになるであらう。さらにT字形のものを二つ組み合わせて工字形に、L字形のものを二つ組み合わせてコの字形、あるいは口の字形に、口の字形の角を丸くして円筒に、というようにして、どちらから力が加わっても丈夫な形がくふうされてくる。



第27図 棒材のいろいろ

木材や石材は、曲げたり、あるいは丈夫につなぎ合わせる事がむずかしいから、このような複雑な形を利用することが少ないが、コンクリートや金属はどんな形にでも容易に加工できる。実際の建物・鉄橋・鋼塔・電柱・街路燈などにはどのような形のコンクリートや鉄材が用いられているかを、よく観察することしよう。

研究 3. 薄い板で、L、T、口、などの諸種の切口をもった棒をつくり、その強さをしらべてみよ。



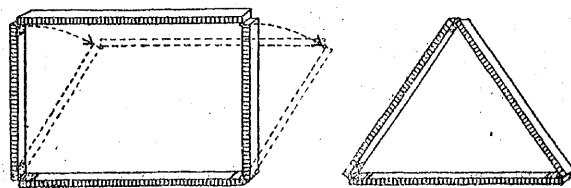
第28図 自転車の骨組

2. 柱やはりの組合せ

自転車の車台は割合に細い鉄管で組み立てられているのに、全体として非常に丈夫である。建物の強

さも、その柱やはり一つ一つの強さだけできまるものでなく、その組立方のじょうずへたで著しく違ってくる。

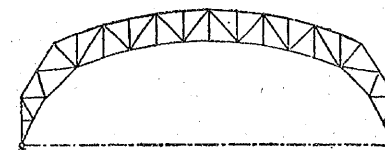
三角形の組合せ 4本の棒を互にちょうつがいをつなぎ合わせて、四辺形を組み立てたとしよう。これを横から押せばその形を矩形にでも、つぶれた平行四辺形にでも変えることができる。辺の長さだけでは四辺形の形はきまらないのである。したがってこのような組合せの骨組はつなぎ目が弱点となるため、全体として丈夫な構造ではない。ところが3本の棒を同様にして三角形に組み合わせた場合には、この形は一



第29図 四角形の組合せと三角形の組合せ

定してしまう。3辺の長さがきまれば三角形の形は一つにきまるのである。したがって三角形に組み合わされた構造は極めて丈夫であって、棒か継目がこわれないかぎり、形がくずれることはない。建物にかぎらず、いろいろの構造物は、骨組の棒材が互に三角形に組み合わされていることが、それを丈夫なものにする最も有効な方法である。

第30図は三角形を網目のように組み合わせて作った鉄骨造の骨組である。特に大きな柱やはりもないのに全体として極めて丈夫な構造になっている。



第30図

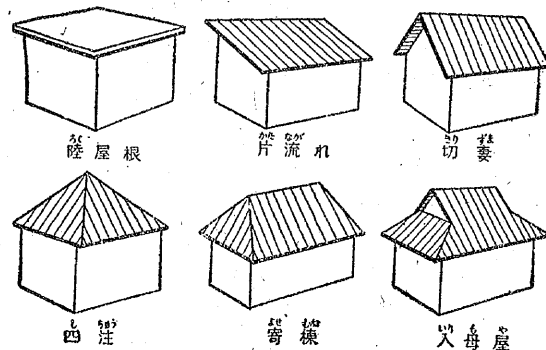
研究 4. 鉄橋・鉄塔などは、鉄骨がどのように組み合わされているか。

3. 建物の形

服装が人によってまちまちであるように、家の形もいろいろである。それらの差異を挙げればきりがないが、大まかにながめわたしてみると、それらの間には共通な基本的な形があることに気づく。それは、箱の上に屋根が乗った形である。建物の役目から考えても、屋根と壁とはぜひともなくてはならない。まずこれがどのような構造になっているかをしらべ

てみよう。

屋根は建物のかさのようなものである。雨がほとんど降らない地方では、単に外界との仕切りであるから傾斜のない陸屋根(ひら屋根)ですむが、雨が多いところでは、雨水が屋内にはいることを防がなければならない。コンクリート造ならば陸屋根でも雨水が防げるが、そのほかのものでは、材料の継目や合せ目を完全にふさぐことがむずかしい。したがって屋根は雨水を通さないように、また雨水が流れ落ちるように

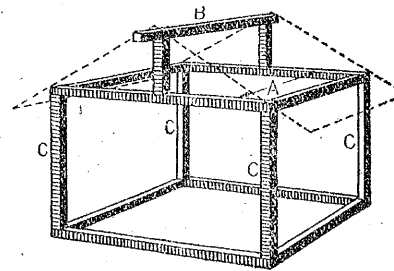


第31図 屋根のいろいろ

いろいろの材料ですっかりああい、これに傾斜をつけなければならない。その材料によって、かやわらでふいた草ぶき、薄い板をうろこのようにならべたこけらぶき、板ぶき、ひのきの皮でふいたひはだぶき、かわらぶき、スレートぶき、銅板ぶき、とたんぶき、などの種類ができ、その斜面の組合せ

方によって、片流れとか、木を伏せたような切妻とか、水が四方に流れる寄棟(四注)とか、切妻と寄棟とを組み合わせた入母屋などの型が生まれてきた。

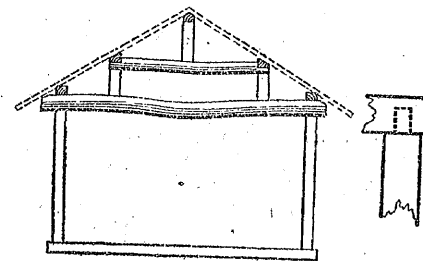
研究 5. 郷土の家の屋根の形と材料を調査せよ。



第32図 小屋組

このような屋根の下には三角の空間ができるが、そ

れだけではせまいし、物を置くにもぐあいが悪い。住みよい形をした箱形の部屋をつくり、その上に屋根をのせることになる。そこで、建物を木材で組み立てるには、まず柱を箱形に組み、この上に屋根を支える1本のはりをのせた、第33図のような骨組が考えられる。実際にもこの型式は日本の家にも一



第33図 和小屋の骨組

般に用いられていた。この骨組は、作るには簡単であるが、強さからみていろいろの欠点がある。例えば、(A) (B) のはり、屋根の重みを受けてたわみやすい。したがって大きな家になると、非常に太い材料を用いなければならぬ。このような太いはり、今でも古い農家などには普通に見られるが、材料のじょうずな使い方とはいえない。柱にしてもそうである。はりとの継目は、「ぼぞざし」といって柱の先をはりのみぞにはめこむだけである。これによって建物が横につぶれるのを支えているのである。横から力が加わると、柱全体がてこの作用をしてぼぞざしの部分に大きな曲がる力が加わり、ここからこわれることになる。このような組立は、いわば積み木のようなものであって、材料1本々々の強さは十分にあって、全体としてはつぶれやすいのである。

どうしたら丈夫な骨組ができるのであろうか。

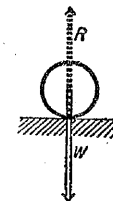
マッチの棒を引っ張って切ったり、押してつぶしたりするには大きな力があるが、曲げて折るのは何でもない。これは前の実験でしらべた通り、棒自身がてこのはたらきをして、しかも棒の両面近くだけに特に大きな力が作用するためである。したがって長さの割合に細い棒は、特に折れやすいことになる。単純な圧縮力が引張力だけが加わり、曲げる力加わらないようにすることが、材料を組み合わせる上にたいせつなくふうである。

力のつり合い 構造物の各部分にはいろいろの力が働いているが、それらの部分が動き出したりばらばらになったりしない。このように一つの物体に外からの力(外力)が幾つか働いても動き出さないとき、これらの力はつり合っているという。

構造物の強さをしらべたり設計したりするには、それにどのような力が働くか、これらの力はどのようにしてつり合うかを知る必要がある。まず簡単な一例として机の上に置いた物体についてこれを考えてみよう。

物体には下向きに重力(図の W)が作用していることはすぐに気づく。しかしこれだけではない。

物体を手で押すと、手は逆にその物体から力を受けることは、私たちがいつも経験することである。このように、二つの物体が力を作用し



第34図

あうとき、いつでも次の関係が成り立つことが知られている。

“甲の物体が乙の物体に力を作用するとき、乙の物体も甲の物体に、同じ作用線上で大きさが等しく方向が反対の力を作用する。”

これはいわゆる「反作用の法則」である。さて、机の上の物体は机の面に W という力を作用している。したがって机から反作用 R を受けているはずである。即ちこの物体に働いている力は重力 W と、反作用 R と二つである。この二つの力がつり合っているのである。

i) 二つの力のつり合い

実験 2. 小さな物体に 2 本の糸を付け、それらを二つのばねばかりの先に結び、はかりの頭を持って両方から引いてみる。そして二つの力がつり合う条件を求める。



第 35 図 二つの力のつり合い

この実験からわかるように、一つの物体に二つの力が働いてつり合うのは、それらの二つの力の大きさが等しく、方向が反対のときである。

研究 6. 反作用の法則と、一物体に働く二つの力のつり合いの法則とを比べてみよ。

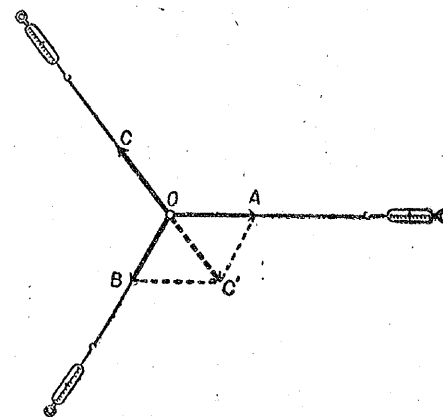
ii) 三つの力のつり合い

実験 3. 小さな物体に糸を 3 本付け、それらを三つのばねばかりの先に結び、はかりの頭を持って任意の三方向に引いてみる。そして三つの力がつり合う条件を求める。

この物体の位置を O として、三つの力を表わす矢 OA , OB , OC を書いてみると、それらの間に一定の関係が見つかるであろう。即ち、 $OA \cdot OB$ を二辺として平行四辺形 $OACB$

$C'B$ を書き、対角線 OC' を結ぶと、矢 OC' は OC と反対方向に一直線をなして、かつこれと長さが等しい。*

この場合、 OA , OB 二つが合同した結果が OC につ



第 36 図 三つの力のつり合い

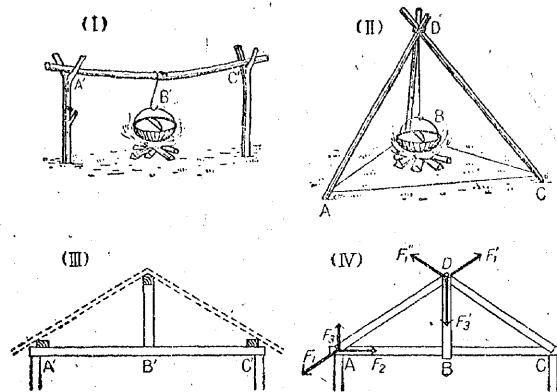
り合っているから、 OA , OB 二つは、 OC' 一つと同等である。そこで OC' を OA と OB どの合力、逆に OA と OB とを OC' の分力という。

はりの補強(小屋組) 第 38 図の (I) のように横に渡した 1 本の棒に物をつるすかわりに、(II) のようにするのもよい方法である。即ち 3 本の棒を三脚に組み合わせ、脚が開きすぎないように互にひもをかけ、棒の合わせめから物をつるすの

* したがって矢 OA , OB , OC を順次につなぎ合わせると、ちょうど三角形を形づくることになる。



第 37 図 力の三角形



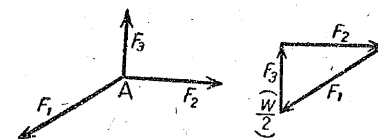
第38図 は、り の 補 強

である。こうすれば (I) の場合と異なり、棒には曲げる力が全く加わらない。

はりの補強にもこのような方法が利用される。まず、はり (AC) のたわみを防ぐために、はりの中央 (B) を柱 (BD) で引き上げる。この柱を支えるために、はりの両端から 2 本の棒 (AD, CD) を立てかける。(ちょうど手のひらを合わせたときの両腕のような形になるから、この 2 本の棒を合掌と呼ぶ。) そして合掌の合せめ (D) に、この柱を固定するのである。こうすると合掌 AD と CD は前の図 (Ⅱ) における三脚の棒に、柱 DB は三脚の合せめからつるした針金に、はり AC は三脚がひらきすぎないように、下にかけたひもにそれぞれ相当することになる。これらを見くらべながら考えると、この骨組

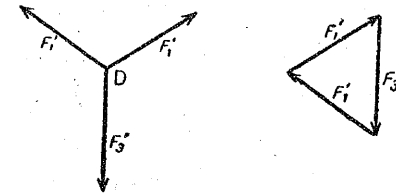
のものの材料に働いている力は、圧縮力が引張力だけであり、曲げようとする力は働いていないことがわかるであろう。

各材料に働く力は次のようにして図から求めることもできる。さきの(IV)図で A 点に働く力は、この骨組をのせている柱から受ける上向きの力 P_1 ; 合掌 D から受ける DA 方向の力 P_2 , はり AC から受ける AB 方向の力 P_3 の三つで



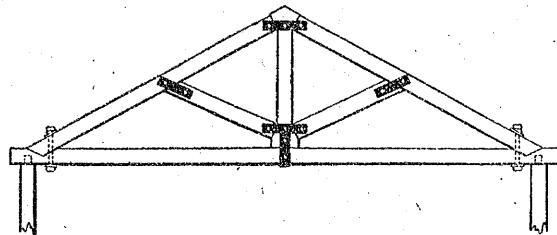
第39図 A 点に働く力

げると閉じた三角形を形作るはずである。これを正確に作図すれば、 F_1 、 F_2 の大きさは、 $F_3 \left(\frac{W}{2} \right)$ と比較して求めることができる。D 点に働く力も同様にして求められる。



第40図 D点に働く力

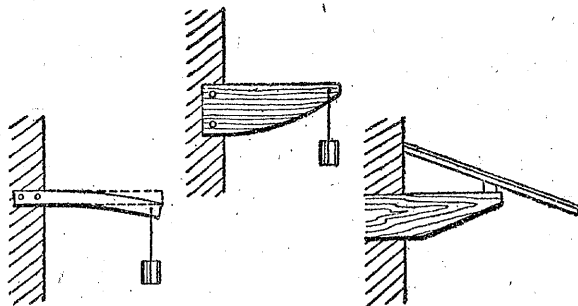
このようにして、各材料及び継目に働く力の大きさと方向がわかれば、材料の太さも材料の継目もそれに適したものにする事ができる。例えば、Aの部分合掌が外側にずれないように、はりのくぼみにはめこみ、さらに大きなねじで押さえつける。A、Dの部分は合掌が食い違わないように横から板をあてたりする。このような構造は全体が三角形の組合



第41図 合掌式の小屋組

せから成っており、材料を曲げようとする力はほとんど働いていないから極めて丈夫である。

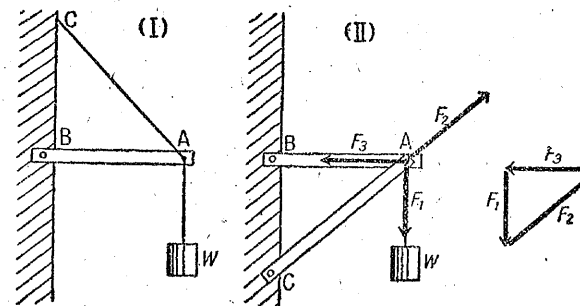
(IV)の構造と(III)の構造とは一見あまり違いが無いようであるが、各部分への力の加り方は全く異なっている。例えば(IV)ではDBははりを引き上げる役目をしているのに(III)ではこれを下に押している。また(III)では屋根が全体の構造を強めるのにあまり役立っていない。



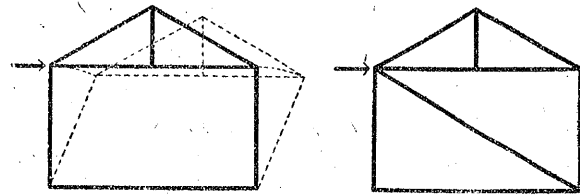
第42図 一端が自由なはり

ひさしとかたなのような突き出た物を支えるはりは、一端だけが固定され、他端には支えがない。このようなはりに大きな力が加わると、ついには元の部分から折れてしまう。この弱点をなくするには、大きい力が作用する元の部分を太くするのもよいし、第43図(I)のように針金でつったり、(II)のように棒で支えて補強するのもよい方法である。こうすると、どの部分にも一様な圧縮力が引張力がかかるだけで特別な弱点ができないから、少ない材料で丈夫な構造物となる。

下図のように、下から支えをしたはりの端に重さがかかる場合、支えや柱が受ける力は次のようにして求められる。例えば、A点に働いている力は次の三つである。重り(W)によって下に引っ張られている： F_1 、支え(AC)によってCAの方向に押されている： F_2 、はりABによってABの方向に引っ張られている： F_3 。この三つの力はつり合っているのであるから、矢印を順につなぎ合わせると、ちょうど三角形にならなければならない。 F_1 の大きさはわかっているから、これと比較して F_2 、 F_3 も知ることができる。

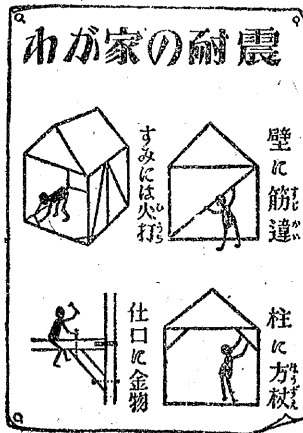


第43図 一端が自由なはりの補強



第44図 筋違のはたらき

柱の補強(筋違) 次に、小屋組を支えている柱についてし
らべよう。図のような建物の屋根の小屋組は、三角形に組み
合わされているから強い。しかし、柱の部分は、それが上か
ら押す力には十分耐える強さがあっても、地震の力や強風の
力のように、建物に働く横向きの力に対しては極めて弱い。



第45図 ポスター

これに対角線に1本の棒を入
れれば、三角形が二つ組み合
わされたことになり、全体と
して極めて強い構造になるこ
のような斜の柱を筋違と呼ぶ。
建物には必ず筋違を用いて、
地震や暴風に対してもよく耐
えられるようにしなければならない。

研究 7. 壁やはめ板は建
物の強さを増すのに役立つ

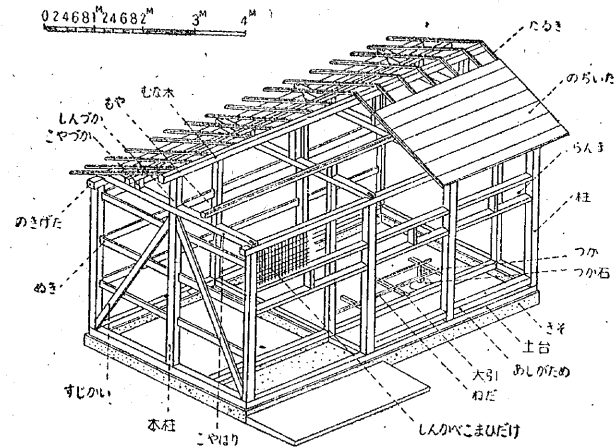
ているか。

構造物の振動 建物・橋・船体・車台などの構造物も、そ
れぞれに固有の周期をもった一種の振動体である。地震・風・
波浪・機関の振動・線路や道路のうねりなどによって、こ
れらの構造物に周期的な外力が加わる場合、外力の周期が構
造物の固有周期に近いと、共振してはなはだしい振動を起す
結果、構造物は破壊することがある。

構造物は堅固につくるばかりでなく、その固有周期が外力
の周期と一致しないようにすることが必要である。

4. 建物の建て方

基礎 地面に丸太の柱をつきさして骨組を組み立てていく
掘立式の建て方は、大昔には普通であったし、今でも臨時に
使う仮小屋には用いられることがある。この建て方は簡単で
あるが柱が土で腐りやすいし、建物の重さで柱が沈むおそ
れもある。ながく使う建物では、まず建物の重さに充分耐え
るように土をつき固め、その上に石やコンクリートで丈夫な
基礎をつくり、その上に家が乗るようなしくみにする。特に
大きなビルディングでは、基礎がしっかりしていないと建物
が傾いたり、ひびがはいったりすることさえ起る。大きな丸
太やコンクリートの棒を、しっかりした地層のところまで深
くうちこんで建物を支えるようになっている。



第46図 木造家屋の構造

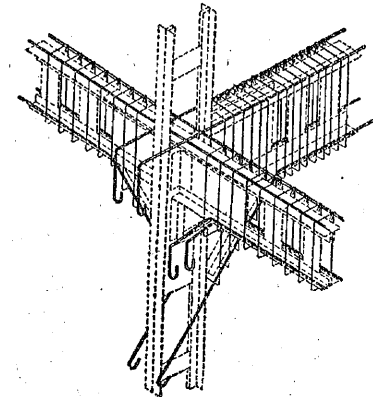
木造 まずその骨組を組立て、ついで屋根をふき、床や天井を張り、壁を塗っていく。

このような材料を切ったり削ったり組み合わせたりする仕事は、のこぎりやかんなやのみのような手軽な道具で、もっぱら人力によって、行われている、これを、工場で大きな動力と機械を使って大量生産すれば、仕事ははるかに能率的になり、材料のむだも少なくてすむであろう。そこで建物を幾つかの部分に分けて工場で造り、建築場でこれらを組み立てるだけで建物ができ上がる。いわゆる組立式の建て方がしだいに発達してきた。大量生産であるから、建物の形が少ない種類に定まってしまうことや、運搬にいけない手数を要することは欠点ともいえるが、今後大いにとり入れるべきですぐれた方式と思われる。

研究 8. 建築の現場を見学せよ。

石造 木造がまず建物の骨組から造っていくのとは異なり、石やれんがの建物は、柱も壁もいっしょにして下から順次に積み上げていく。木造の建て方を豆ざいく式とすれば、石造は積み木式とでもいうことができよう。

鉄骨造 工場や倉庫・市場・駅などに、廣く用いられている造り方で、鉄骨をリベットでとめたり、よう接などによって組み合わせて、まず骨組をこしらえる。この点は木造とよく似ている。壁や床や屋根は、れんが・石・トタン・スレート・木そのほかなんでもよい。



第47図 鉄骨・鉄筋コンクリート造

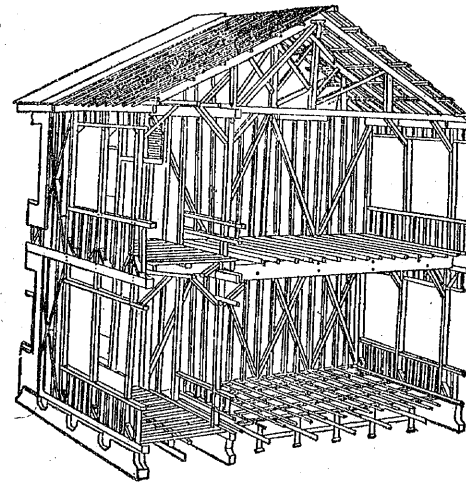
鉄骨・鉄筋コンクリート造 鉄骨・鉄筋コンクリート造では、鉄骨や鉄筋で骨組を組み立て、それをかこんで木のわくを組み合わせて建物の型をつくる。そしてその中へコンクリート

を流しこみ、鑄物のようにして建物を作りあげる。機械が利用できることが多い上に造り方が著しく簡単であるから、大建築でも短い時間で完成する。作り方が簡単であることも、鉄骨・鉄筋コンクリート造のすぐれたところである。

木造の組立式と同じように鉄筋コンクリートの柱、壁板、床板などを工場で大量生産して建築場で組み立てる方法も考案されている。

- 問 1. 切口の形が矩形の棒は、どちらに曲がりやすいか。
 問 2. はりの両端を固定した場合と、両端を台にのせただけの場合とではどちらが丈夫か。
 問 3. 4本の棒を四角形に組み合わせた構造と、3本の棒を三角形に組み合わせた構造とはどちらが丈夫か。
 問 4. ぐらぐらする机を棒で補強したい。どのようにしたらよいか。
 問 5. 一端を固定したはりの他端にかけたおもりの重さを増していくと、はりはどこから折れるか。
 問 6. 長いはりとはりはどちらが折れやすいか。
 問 7. 木の棒をこわすのに、引っ張るのと押すのと曲げるのではどれが一番らくか。
 問 8. 一つの物体に二つの力が働いてつり合うのはどういふときか。
 問 9. 一つの物体に三つの力が働いてつり合うのはどういふときか。

- 問 10. 反作用の法則とは何か。
 問 11. 互に 60° の方向で一点に作用する 3 kg 重、 5 kg 重の二つの力の合力を、図にかいて求めよ。
 問 12. 小屋組の合掌にはどんな力が加わっているか。
 問 13. 筋違を入れると建物はなぜ丈夫になるか。
 問 14. 鉄骨はどのような方法でつなぎ合わせられるか。
 問 15. 木造・石造・コンクリート造の建て方を「鑄物」「積み木」「豆ざいく」にたとえると、それぞれどれに似ているか。



第47図 校舎の骨組

5. 住みよい家

気候と家の形とはどのような関係があるか。

部屋の日あたり・風通しは、部屋の向きによってどう違うか。

居間・茶の間・寝室・台所・玄関・便所などをどのように配置したらよいか。

部屋の換気はなぜ必要か。

冬も部屋を暖かにするにはどうしたらよいか。

うす暗い部屋はなぜいけないか。

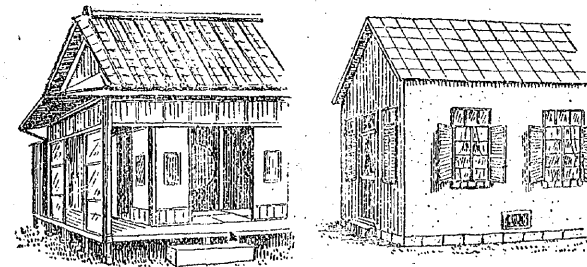
どんな設備をしたら私たちの家を衛生的に、また便利にできるか。

1. 家と気候

家は風雨や寒暑をしのぐのが第一の役目であるから、その土地の気候に適した作り方にする必要がある。建物の形が所によって著しく異なるのは、一つには、気候が異なるためであって、外國のすぐれた建築でもそのままねて造ると、住みにくいところがでてくることがある。現在の家はながい間の経験が積みかさねられてできたものだけあって、それぞれの土地に適した構造をもっている。私たちの家がこの点でどのようにふうされているかをしらべてみよう。

まず、屋根が山の形に傾いているのは、木造であるためのほか、日本は雨が多いからである。このような屋根は日本のみならず、雨が多く降るところにはどこにも見られるが、特に日本の家に目立つ特徴は、軒やひさしが深いことである。これは夏の強い日差しをさえぎるためばかりではない。日本に多い横なぐりの雨が部屋へ降りこんだり、壁をいためないようにするのである。

部屋の形になると外國の家との違いがいっそうはなはだし。西洋や中國の家は、厚い壁でかこまれていて、箱のような感じがする。このような構造は寒さを防ぐにはつごうがよいし、夏も空気が乾燥していれば、風通しが悪くても涼しく暮らせる。日本の家は壁が少なく、雨戸やガラス戸を取り拂うと、縁側を通して外と一続きになってしまうほど開放的である。部屋の仕切りもふすまや障子という簡単なもので、これをあければ家中がほとんど一部屋になり、風が自由に吹き



第49図 日本の家と西洋の家

ぬける。日本では、つゆごろから夏へかけては暑さの上にしめり気がひどいので、このように風通しのよい家にしないとむし暑くてたまらないのである。こうすれば冬は寒い家になるが、夏のむし暑さの方がつらいので、いきおい夏向きの開放的な形をえらぶことになる。そのほか、床が高いのもわる習慣からばかりではなく、地面からのしめり気がこないようにするためでもある。私たちの家をこまかく観察すれば、土地の氣候に合わせてくふうしたと思われるところが、限りなく見つかるであろう。

将来、暖房や冷房の方法がもっと発達して、どの家にも手軽に取りつけられるようになれば、家の形も今とは違ったものになるにちがいない。

研究 1. 各地の建物の形をしらべ、それぞれの土地の氣候に適していると思われるところをあげてみよ。

2. 部屋の種類

昔の家は一部屋のものであったし、今でも未開の地方には一部屋だけの家がある。これは作るには手軽であるけれども、生活していく上には不便が多い。家につけて便所を設け、台所をつくり、仕事場を別に定めることになる。寝るのにも静かな別の部屋がほしい。食事をする場所は居間でもよいが、台所に近いところに別に一部屋設ければ、準備するにもつど

うがよい。お客にすぐに通ってもらえるように、玄関の近くに客間も設けたい。また家族の数が増えるにつれて、各人の特別な部屋も必要になってくる。西洋の家はたいていこれらの部屋がはっきりと分かれ、それらの一部屋一部屋が壁で仕切られている。

生活が複雑になるにつれて住宅の部屋数が増えることは自然であるが、一方、必要以上に多いのも、むだなばかりか不便である。特に、小さな家ではせまい部屋をたくさん作るよりも、広い部屋をいろいろに使い分けた方が便利ことが多い。ことに、たまにしか使わない客間などを作って、最も大切な居間をせまくしたりするのは、つまらないことである。その家での生活の仕方をよく考え、別にしなければならぬ部屋だけを別にして、全体として便利な家をつくることがたいせつである。

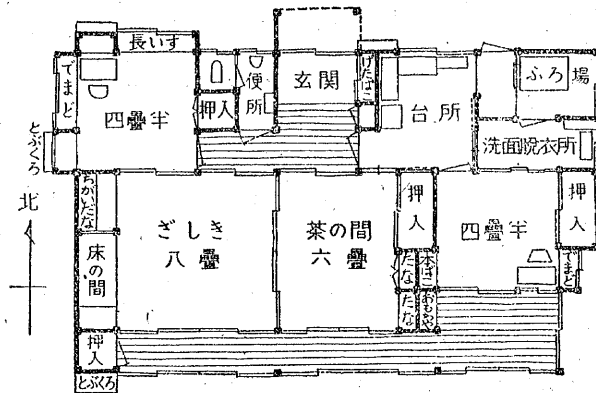
研究 2. 私たちの生活に、どのような種類の部屋があれば理想的か。

3. 部屋の向きと間取り

冬は暖かく、夏は涼しい、そして明かるい部屋にしたいものである。日本では、特に夏向きに風通しをよくしないとむし暑くてやりきれない。夏の風向きは、例えば東京あたりでは南風、大阪あたりでは西風というように土地によってだい

たいきまっている。部屋をこの向きにして、反対側にも風が吹きぬける出口をつくってあげば風通しはよくなる。

日あたりをよくするにも、夏の風通しをよくする上からも、部屋は南向きにしたいものである。しかしどの部屋もみな南向きにしたら、部屋がずらりと1列にならんで列車のようになってしまう。そこで、居間や茶の間のように、いつも使う部屋だけはぜひ南向きにするが、たまにしか使わない客間と



第50図 住宅の平面図

北の方から玄関にはいると、その西側には便所や四畳半の部屋（兄さんの書さい）があり、南側には八畳のざしきと六畳の茶の間が東西にならんでいる。（この間のふすまをあけると、一部屋になる。）それらの部屋の南側はえんがわになっており、そのさきの広えんは四畳半の部屋（私たちの部屋）に続いている。茶の間の北側は台所で、これにふろ場と洗面所がならんでいる。

か玄関・ふろ場・廊下などは南向きにしないでもよいことにする。

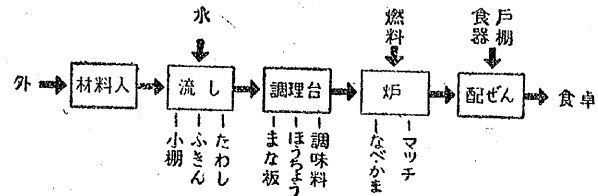
このように部屋の向きを考えた上に、それらが互に便利に使えるようにしなくてはならない。居間は最もたいせつな部屋であるから、これを一番よいところに置き、茶の間とか食事部屋を並べ、食事部屋に続いて台所・ふろ場・せんたく場をまとめ、客間は玄関に近いところに定めるといのように、お互に便利に配置する。その上、できれば他の部屋を通り抜けないで部屋に出入りができるようにしたい。それには廊下や縁側で部屋をつなげばよいが、このような通りみちをつくるために部屋が狭くなればかえって不便であり不経済でもある。できるだけ短い廊下ですませなければならない。

このように部屋の配置をきめたり、今住んでいる家の家具の置き場所や、建具の使い方を改めて家を便利にするには、次のような方法もあもしろい。

研究3. お母さんが1日のうちに、家の中をどのように動いたか、その線を家の平面図に書き入れてみよ。（何回も通ったところは、それだけ線を太くしてあらわせ。）

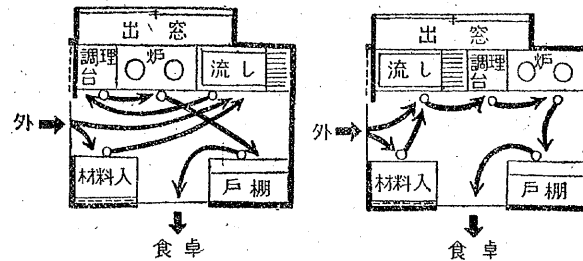
例えば魚が食卓にのるまでには、次のようないろいろのことが行われるであろう（第50図）。

その場合、魚が台所の中をどう動いたかを、台所の平面図



第50図 食卓にのぼるまで

に書き込んでみる。(1)と(2)の台所は、部屋の形は同じで、ただ道具の配置が違っている。(1)では魚が台所の中を行ったり来たりするが(したがって人はたくさん動かなければならない)、(2)では順序よく台所を一まわりすればできあがり、動く距離はずっと短い。



第51図 どちらの台所がよいか

このように人や物が動くようすを平面図に線で書きこんでみると、間取りや、家具・建具の配置を便利にする方法に気がつくであろう。

日本の家は、特に壁が少ないから、ふすま・障子の使い方や家具の配置のよしあしで、便利さがずいぶん違う。

研究 4. 上のような方法で、自分の家のふすま・障子の使い方、物の置場所などを改良せよ。

4. 換気と保温

部屋の空気を絶えず外と入れかえるのは、暑さやしめり気を防ぐためばかりではない。こみ合った部屋の中に長くいると気持ちがわるくなることがあるし、閉めきった部屋で火をたくと一酸化炭素で中毒することさえある。特にコンクリートやれんがの建物ではすきまがないから、寒いときでも部屋の換気をはかることがぜひ必要になる。

研究 5. コンクリート造の建物の換気装置をしらべよ。

しかし日本の木造の家は、衣服にたとえるとゆかたのようなものである。壁や建具は薄く、また天じょう板の重ね目、壁と柱の間、建具のすきまなど、部屋じゅうすきまだらけである。障子紙もよく空気を通す。どんなに閉め切ったつもり

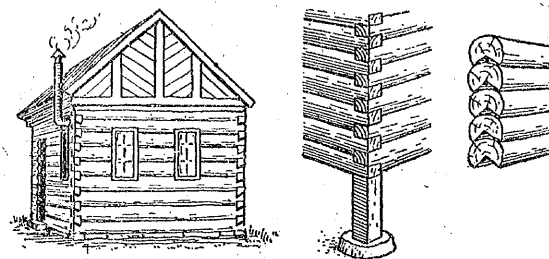
* CO₂、炭火やれん炭のおこりはじめ、即ち酸素の供給が不十分なときに発生しやすい。色も臭もない気体である。うす青い炎をあげて燃え、炭酸ガス (CO₂) になる。

でも換気はよすぎるほどである。空気がいつもきれいなことは衛生的でよいが、せっかく暖まった空気が逃げてしまうし、壁を傳わって外へ逃げる熱も大きい。夏向きではあるが冬向きではない。そこで部屋全体を温めることを断念して、火ばちやこたつで暖をとることになるが、これでは手足が温まるだけであるし、またはなほだ活動的でない。いろいろで木を燃やして暖をとることもある。家中を煙だらけにして、窓を開けて煙を出すなどということは全く原始的である。

日本の家は極寒地でも寒さに対する考慮がとぼしい。経済的に許さないという理由でバラック建ての家に住み、寒い冬をたきぎをたいて過している。そして一冬の間に、その家を建てるのに使ったのほとんど同じぐらいの量の木材をたいてしまうことさえある。これでは結局、経済的でない。

私たちは冬も暖かい部屋で、快くのびのびと暮らしたいものである。部屋を暖かくするのに、火をたいて熱を出すことばかり考えて、その逃げることを考えないのは、ちょうど、ざるに水をくみこんでいるようなものである。私たちが厚いふわふわした衣服ですっかりからだを包んで寒さを防ぐように、家も手ざわりの暖かい厚い材料ですき間なくつくることが望ましい。こうしても、熱を完全に逃がさない部屋ができたら、その部屋は、1度火をたいて暖めればいつまでも暖かいはずである。

* 実際には換気が必要であるし、また熱を全く通さない材料はないから、どうしても部屋の温度は下がる。



第62図 寒地の家

上図は寒地の木造の家の1例である。外観は日本の家とそう違わないが、建て方は日本のバラック式とはだいぶ違う。

まず土台石を置き、床下を50cmぐらいあげ、その上に直径25cmぐらいの丸太を積みかさねる。いわゆる「あぜくら造り^{*}」である。丸太の下側には縦に三角形のみぞが作ってあり、その間へこけを乾かしたものを入れる。こうして箱形の外形が造られる。この箱形は約1年間そのままにおかれ、2年目になって入口をつくり窓をあけ屋根をふく。天じょうも床も5cmぐらいの厚い板で張る。その上に、天じょうには馬ふんやおがくずをまぜた乾いた土砂を10cmぐらいの厚さにのせておく。窓はガラスの二重窓で、夜はさらに木の戸でおおう。部屋の中にはパンを焼いたり煮物をする大きな炉があり、これで部屋もあたためられる。このようにして、外は零下30°というような厳寒でも家の中は20°ぐらいの暖かさに保つことができる。

さしあたって私たちの家を根本的に改造することは困難であるとしても、すきまに目ばりをしたり、窓にカーテンをかけるだけでもだいぶ違う。

* 正倉院もあぜくら造りである。

将来は壁や天井を厚くし、建具を改良して冬も暖かく過ごせるようにしていきたいものである。

研究 6. 自分の家について、冬を暖かく過ごせるようにくふうし、それを実際に試みよ。

研究 7. 暖房装置、冷房装置を調査せよ。

5. 明かるい部屋

なんとなく陰気な部屋と、晴れ晴れした感じの部屋とがある。その原因をしらべてみると、それは第一に、部屋の明かるさによることが多い。明かるすぎるのも落ち着きが悪くていけないが、適当に明かるい部屋は仕事が能率的にできるばかりでなく、気分もいきいきと引き立たせる。部屋を明かるくすることは、生活していく上にも仕事をする上にもたいせつなことである。明かるい部屋をつくるには、どうしたらよいであろうか。

日光 晝間は日光をとり入れるのが健康によいし経済的でもある。したがってこれを十分にとり入れる大きな窓をあければよいのであるが、この点をもう少ししらべてみよう。

温室のように上からも横からも部屋一ぱいに直射日光を受ける場合は別にして、普通の建物では窓は横にあるだけであ

*二重壁や二重窓は防寒に適している。

る。部屋の中が日なたになるのは、ごく一部分で、それも1日のうちの限られた時間にすぎない。それにもかかわらず部屋の奥まで光がとどくのは、日なたからの照返しや、空からの光や、地上のものからの反射光が入ってくるため、特に空からの光が大きい。光をたくさんとり入れるには窓は大きくするだけでなく、空の光がたくさん入って来るようにあけるべきである。いくら大きくてもあまり低いところにあたり、窓のすぐ外に家や木があったのでは、効果が少ないわけである。

窓からはいった光を、部屋のすみまで行き渡らせるには、家具をせいとんしてでこぼこを少なくすると同時に、部屋全体を明かるい色にして光をよく反射させるのが有効である。お寺や古い農家が薄暗いのは、軒が深く窓が低いためばかりではなく、部屋のまわりがくすんだ色であることもつづけているのである。でこぼこの少ない、そして白やクリーム色の部屋は反射光ですみずみまで明かるい。

研究 8. 部屋の明かるさについて次のような事からを調査せよ。

(a) 教室の広さに対して窓の大きさは、どのような割合になっているかをしらべる。

(b) 窓の一部を黒幕であおい、窓のどの部分が採光に最も役立っているかをしらべる。

(c) 机の高さ(仕事をする場所の高さ)から窓を通して空がどれくらい見えるかを教室の各所でしらべる。

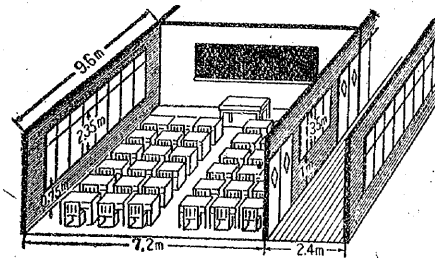
こうしてしらべてみると、学校の建物が採光をよく考えて設計されていることがわかるであろう。

私たちの家は一般に部屋の奥行きが少ないし、夏向きに開放的にできているから、雨戸をあければ部屋のすみずみまで十分に光がはいる。しかし寒さや雪を防ぐために、1日中雨戸をたて切って暮らす地方も少なくないのであって、陰うつな冬をさらに陰うつに過ごすことになる。窓は夏の通風のためばかりでなく、採光という重要な役目があるのである。このような地方では、もっとガラス窓を有効に使いたいものである。

電燈 (a) 昼間の照明 家や学校では、昼間は電燈をつけないものときめてこんでいるのがふつうである。ところが工場やビルディングのような大きな建物になると、部屋の奥や廊下で昼間でも暗いから、電燈をつけて仕事をしている。電氣がいるし、健康的でもない。これは設計の手ぬかりでないかとも思われる。しかし一概にそうとも言えないのである。実際に、窓からの日光だけでこのような部屋を十分に明るくするのは、なかなかむずかしい。大きな部屋にふさわしい窓をあけるには、部屋の高さまで増さなければならない。また、

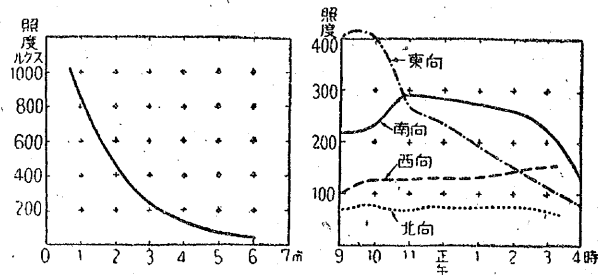
日光は明るさばかりでなく光の色合いや光の方向が、1日じゅうまたは1年じゅう常に変化する。このようなことのために、日光だけに頼らず、それを電燈で補うこともやむを得ぬ場合があるのである。

実際に、日光だけで理想的に明るい家をつくらうとしたら容易なことではない。私たちの目は、外の明るさに対してかなり調節するから、すこしぐらいの明かるい暗いは気がつかないが、実際に窓の向きによる明かるさの違い、部屋の中の明かるさの分布、朝から夕方までの変化などを正確に測定してみると、その変化の大きいことは驚くほどである。



第53図 教室の見取図

第54図は第53図のような教室で、机の上の照度が窓から奥へ行くにしたがって、どのように変わるかを実測した1例である。縦軸には照度(ルクス)、横軸には窓からの距離(メートル)がとってある。照度とは物が照らされた明かるさ、即ちその面にあたる光の量のこと、ルクスという単位ではかる。1ルクスは、1燭の光源から光が四方八方に一樣に出ているとき、それから1mの距離のところに、光に対して直角に置いた物の照度である。読書や字を書くような仕事には100ルクスから150ルクス、縫物などのようなこまかい仕事には200ルクスぐらいが適当な照度とされている。明かるすぎるのもかえってよくない。(曇りの直射日光を受けている時の照度は約10万ルクスに及ぶ)。



第54図 窓からの距離によって
照度が減るようす

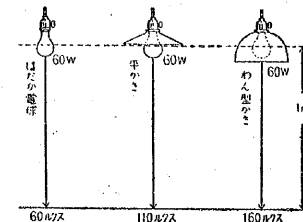
第55図 10月の末、晴れた日
東、西、南、北向きの各教室
の時刻による照度の変化の例

(b) 夜の照明 わが国は電燈がよく普及しているといわれるが、一つ一つの家には、ほとんど最低限度の電燈しかない場合が多い。長いコードをつけたただ一つの電燈を方々の部屋に持ちまわって間に合わせるのは特殊な例であるにしても、部屋の中央にただ一つの電燈が下がっているだけというのは、むしろ普通である。これは最も簡単な設備である。部屋は夜も晝間のように一様に明るく照らされており、特に仕事をする場所はそれに十分な明るさで照らされることが望ましいが、一つの電燈でこの両方を満足させるのはなかなか困難である。明るい電燈をつけるだけでは、一様な明るさが得られないし、電燈のぎらぎらした輝きが直接目にはいると、かえって物が見にくくなる。電燈を乳色のガラスであつた

第56図 電燈の下の

照度

左は、はだか電球
中は、あさいかさ
右は、わん形のふかい
かさで実測した一例。



り、あるいは天井や部屋の周囲を、光がよく反射するような明るいい色にするなどして、やわらかい一様な明るさを作り出す必要がある。そして仕事をする場所は、よく反射するかさで電燈の光を集めてそれに十分な明るさにすることが望ましい。照明の点でも、私たちの家には改善すべきところがたくさん残っている。

研究 9. 自分の家の照明を改善してみよ。

6. 建物の中のとりつけ(設備)

もし建物だけで、ほかになんの設備もなかったら、大きなビルディングはほとんど使いものにならないであろう。エレベーターやエスカレーターで楽に上がり下りができ、どの階にも水が供給され、水洗式の便所が備わっており、ガスや電気が自由に使えるからこそ便利なのである。このようなとり

つけは、大きな建物に必要なばかりでなく、住宅にもとり入れられると、生活は著しく豊かになる。

例えば水道とガスの設備をすれば炊事は著しく簡便になる。電気を利用すれば、電燈やラジオばかりでなく、冷蔵庫も電熱器も扇風機もスイッチ一つで働かせることができる。下水のとりつけをしっかりとすると便所も簡単に水洗式にできて衛生的である。冬は暖房装置、夏は冷房装置をすれば、1年じゅう気持ちよい温度の中で仕事をすることができる。これらは日本でも住宅にしだいに備えられるようになったが、まだまだ欧米の国々には遠く及ばない。私たちの生活を豊かにするには、このような文化設備を十分に用いて、すまいを衛生的にし、またつまらない骨折りやむだな時間をはぶくことが必要である。

ちょっとした設備は私たちの手で手軽に改めていくことができる。その一つとして、まず家を衛生的に改善してみよう。

棄てた水が、はやく家から遠く流れ去るように、水たまりができないように、また雨水が床下へ流れ込まないように下水を整えよう。便所が不潔ではないだろうか。はえの培養所になっていないだろうか。はえが入らないようにすきまをなくし、窓には網を張ろう。臭が家の中にまでひろがるのは不愉快である。換気が盛んに行われるようにくふうしよう。台所は火や水を使い、野菜くずなどを出すからとかくよごれやすい。ねずみやはえが入らないようにくふうし、煙やすずは煙突で外に出し、流しは水がたまらないでいつもきれいなように、またくず入れをきめておき、くずがあまりたまらないうちにつみごえ置場にあけるようにしよう。

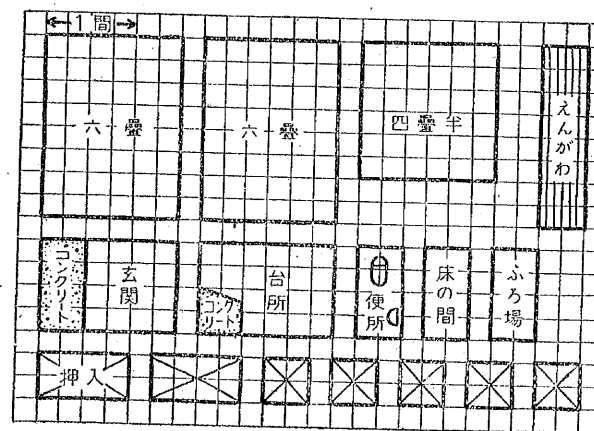
これらはほんの一例にすぎない。ときどき、家の内外を見まわって、少しづ

つでも良くしていこう。

研究 10. 炊事のために、毎日どれくらいの時間が費されているかをしらべよ。台所の設備をできるだけ便利に整えてみよ。

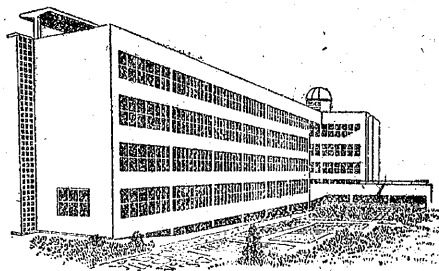
問 1. 私たちの家が土地の氣候に適していると思われるところをたくさんあげよ。

問 2. 次の図の間取りをくふうせよ。(家の形は、できるだけでこぼこの少ない矩形が望ましい。)

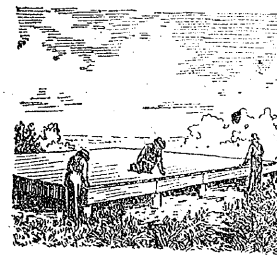


第 57 図

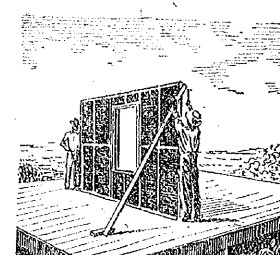
- 問3. すまいとして最もたいせつな部屋を四つえらび出せ。
客間、台所、書さい、居間、茶の間、食堂、玄関、寢室。
- 問4. 密閉した部屋に長くいると、なぜ氣持がわるくなるか。
- 問5. すきまの多い家は、冬なぜ寒いか。壁が薄い家はなぜ寒いか。
- 問6. バラックの中で火をたいても、それほど部屋が暖まらないのはなぜか。
- 問7. どの材料が熱を通しやすいか(厚さを同じとする)。
(木、石、ガラス、水、紙、鉄、空氣。)
- 問8. 壁や天井の色が黒っぽい場合と、白い場合とで部屋の明るさに違いがあるか。
- 問9. どちら向きの部屋が朝から夕方までの明るさの変化が少ないか。
(東向き、西向き、南向き、北向き)
- 問10. どうすれば便所にうじがわかないか。
- 問11. 台所にはどんなとりつけがあるか。



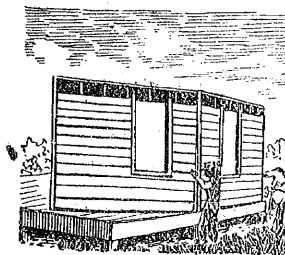
組立住宅



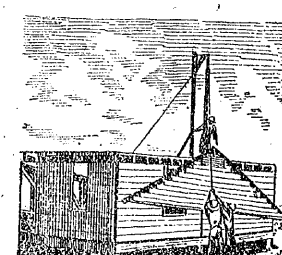
(1) 床を張る



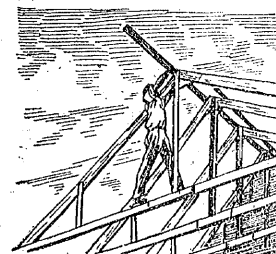
(2) 間仕切り



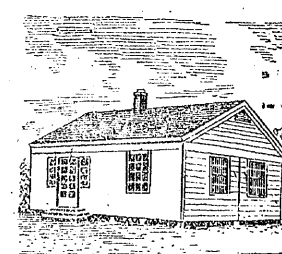
(3) 外がわをつくる



(4) 屋根にとりかかる



(5) 屋根の骨組み



(6) でき上り

6. 燃えない家

日本には火災が特に多いのはなぜだろうか。

どうしたら火災を減らすことができるだろうか。

これまでにしらべたように、木造の建物はいろいろの長所をもっている一方、燃えやすいという実に致命的な欠点をもっている。日本の家は燃料でできているとさえいわれる通りで、火がついたら一たまりもなく燃えてしまう。私たちは燃料の中で、いつも火事を心配しながら暮らしているのである。火のもとには、だれも十分に気をつけているのであるが、それでもなお毎年約2万件の火災があり、約4万戸の家が焼失している。1日平均にすると50回で戸数は100戸となる。昭和21年(1946年)、東京都だけでも約4,000戸の家が建つ期間に、建坪にして約5万坪の建物が灰となっている。灰になる方が多いのである。これほど火災の損害の多い国はほかにはないであろう。大火災の世界記録もいつも日本が独占している。こうして資材はますます乏しさを加え、新しく建つ家は良くなるどころか、いよいよ粗末になっていく。火事をなくすることは、私たちが一段と真剣に取り上げなければならない問題である。火事をなくするにはどうしたらよいであろうか。いくら燃えやすくても火を出さなければ火事はおこらな

い。「火の用心」が悪いのではないだろうか。ところが実際には火の用心が徹底していて、人口の割合にして出火の数が少ないことでも日本は世界に類がないほどなのである。出火が少ないのに損害が多いのである。この上にも「火の用心」をしなければならないし、また、消防を強化することも必要であるが、家を燃えないようにすることはさらに重要である。しかし何千万とある家をのこらず鉄筋コンクリートにするというようなことは短い期間ではなかなかできることではない。実際に、焼失した原因をしらべてみると、出火の数より類焼の数の方が多いのである。まず火を出さないようにせめて火を取り扱う場所には不燃性の材料を使い、かりに1軒が燃えても隣に燃えうつらないようにすること、1室が燃えても他の室へ燃え移りにくい構造とすることが、火事の損害を減らす次に有効な方法となる。そのためには家のまわりには空地をおきたい。現在の都会のように、家がぎっしりとつまっていては、健康に悪いだけでなく、火災の被害をいっそう大きくする。また火事がひろがっても1区画で食い止め、また消防に便利のように区画を整理し、道路を広くしたい。一つ一つの家は、せめて外側だけでも不燃性のものであいい、隣から火が移らないように、またその家が燃えたとき、炎を横に吹き出さないようにしたい。東京は江戸と呼ばれていた時代にすでに何十回かの大火に見まわれた。そのころその対策として、町の草ぶきや板ぶきの屋根をかわら屋根に、壁も板を

減らして土壁を多く用いるようにしたのは防火の上でも大きな進歩であった。現在では家の外壁・軒下などをすっかりセメントモルタルであおい、雨戸などにも薬品をしみこませて燃えにくくした木材を用いることが奨励されているが、資材が不足ということでそれでさえ行われがたい。町の家は、防火という点では昔よりも退歩したくらいである。鉄筋コンクリート造が火災にも地震にも強いことは、すでに経験済みである。建築費がかさむということでこれが普及しないならば、氣短かにいっぺんに大きな木造を建てるよりも、小さくても防火建築にして、將來、余裕のできたときに建て増していくとか、欧米の都市に見られるように、共同住宅をつくるとか、の方法も考えられる。

私たちのまわりの家々を、防火という面からしらべてみよう。そして少しずつでもその対策を講じよう。

不燃性の家を手軽に作るということは、私たちがどうしても解決しなければならない大きな問題である。

研究 各自の家について、火を使うところ、電気の配線等をしらべ、火災がおこらないようにくふうせよ。

問 1. 日本に火災が多いのはなぜか。最も大きい原因を三つ
えらび出せ。

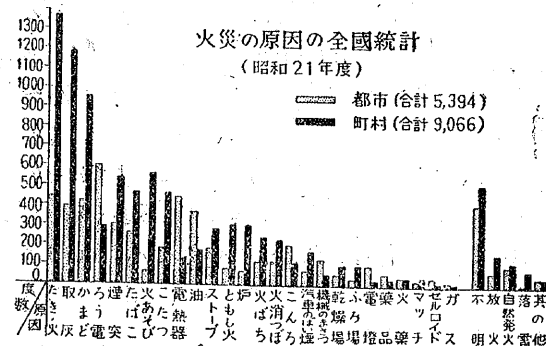
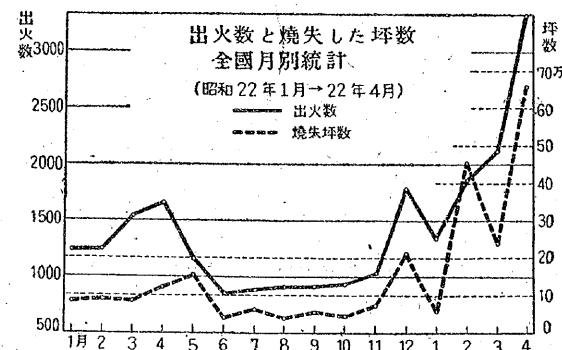
火の用心がたりない。 強風が多い。

消防の設備が少ない。 つけ火が多い。

木造の建物が多い。 建物がこみあっている。

問 2. どの建物が火災にも地震にも丈夫か。

木造・鉄骨鉄筋コンクリート造・石造・土造・外側をセメントモルタルであつた木造



7. これからの家

なぜよい家ができないのだろうか。

よい家を経済的に、はやく造るにはどうしたらよいか。

1. 建物の進歩をさまたげるもの

都会の家にしても農村の家にしても、現在のものが理想的であるとはだれも思っていないであろう。それにもかかわらず、新しく建つ家は依然として同じようなものか、かえって粗末なものが多いのである。なぜであろうか。私たちはこの進歩をはばむ原因を見きわめ、これをとりのぞく努力をも拂わなければならない。

科学的な、合理的な家が建たない原因はいくつかある。その一つはすまいについてのしきたりである。現在の家の形は、長い間の経験が積みかさねられてきたものである。ちょっと気づかないようなこまかいところにまで風土・気候や生活の仕方にふさわしい考案が施されている。しかし、このようにすぐれた伝統を受け継いでいると同時に、すでにその生命を終え、単なる形がいとなったしきたりも数多く残っているのである。「日がはいる家には金がいらない」というようなのもその一つであろう。合理的でないものは捨てなければならない。家についての正しい豊かな知識をもち、合理的に考

えてゆくことができるならば、傳統の中にまぎれこんでいる悪いしきたりを見わけ、これをさっぱりと捨てることができるであろう。悪いしきたりが依然として残っているのは、これを見わけることができず、これを捨てる確信がないのである。

研究 1. いわゆる「家相」について、科学的に根拠があるかどうかをしらべてみよ。

第二に、理想的な家を建てたいと思っても「経済的に許さない。」ということである。これは極めて大きな障害に思われる。しかし何が経済的かということをよく考えてみなければならない。私たちはくつを1足買うにも、長もちするようにと、値段は多少高くても良いものを求める。手数はかかっても丈夫な箱を作る。その時は不経済のように思われても長もちするし便利に使えるから、結局は経済的なのである。家の場合にも全く同じである。作るのに手数がかからず、費用が少なくすんでも、その後たびたび修理しなければならなかったり、いつも不便な思いをしたり、腐りやすくて寿命が短かったり、あるいは火災で燃えてしまったりしては少しも経済的ではない。経済的ということは長い間のことを考えてきめなければならない。

第三に、早急に建物がほしいという要求もある。今日のように住宅が極度に不足しているときは、この要求は切実であ

る。しかし、一時しのぎに粗末なバラックを建てることではなしに、科学的に解決しなければならない。例えば、工場で機械を用いて大量生産するというような方法によって、家を建てるに要する日数はいくらかでも短くなるのである。

都市の家は敷地に制限される場合も多い。建物がぎっしりつまっていたり、高い建物や低い建物が入り乱れていては窓の大きい家も防火建築もその効果が少なくなる。しかし各人が、将来隣にできる家を予想して建てるわけにはいかない。どうしても都市全体としての計画が前もってたっていないといけない。合理的な都市計画によって、どの家もよい家にするのできるのである。

このようにしてみると、非常に困難であると思われた幾多の障害は、結局科学的な方法によれば解決できることばかりである。今までは、あまりにも職人まかせであった。専門家による基礎的研究が進むと同時に、一般の人たちがみな建物についての科学的な識見をもつことが、建物を進歩させる上に最も大事なことである。

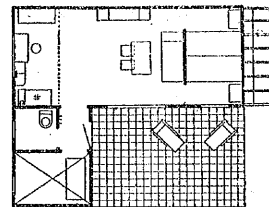
2. りっぱな家と粗末な家

これからは、だれもが豊かな生活ができるようにならなければならない。粗末なバラックや、昔ながらの不便な家ではなしに、文化設備の整った、健康によい家に住むようにならなければならない。したがってぜひいたく大きな家を作ること

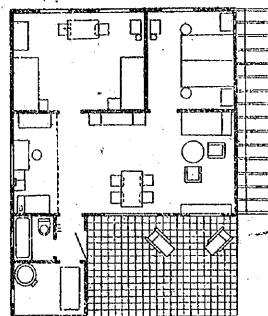
生長する家

家族数が増すにつれて建て増していく組立式の家

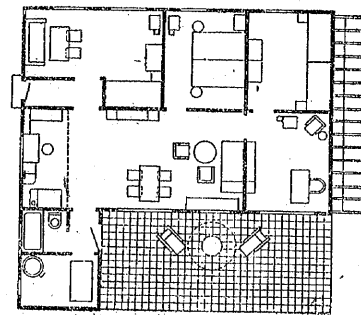
右図は第1段で
床面積は約
28.5m²



左図は第2段で、床面
57.65m²



右図で一通り完成
る。床面積 80m²



を研究するだけでなく、これからは、多くの人たちの住む小さい家を合理的に作ることも真剣に考えなくてはならない。実際にはこの方がむしろいいくらいなのである。大きな家ならば、少々むだがあってもさしつかえなく住めるが、小さい家では少しのむだも許されない。機械を設計するように、科学的に厳密に設計しなければならないのである。このごろこのような小住宅が学者や建築家によってしだいに研究されはじめている。小さくても住み心地のよい便利な家が生まれなければならない。

また、都会は家がぎっしりと立ち並び、豊かな日光、きれいな空気、美しい自然にめぐまれていない。これからの都会は、あまり大きくせず、いなかの中に分けて作り、一つ一つの町は緑地をたくさんにとり入れて、いなかの家と同様に健康的のものにしていかなくてはならない。一方、いなかの家も、古いきまりから離れ、新しい設備もとりにれて、日々の生活に便利な、そして衛生的なものにしなければならない。

このようにして、どの人もどこの人もみな、便利な住み心地よい家で暮らせるようにならなければならない。

研究 2. 理想的な家を設計し、これをグループごとに討議した上、その模型 (1/100) を作ってみよ。

研究 3. にわとり小屋、うさぎ小屋、やぎ小屋などを共同で作ってみよ。これらの動物の習性をよくしらべ、それ

にふさわしい形をきめ、丈夫な構造をくふうせよ。

問 すまいがたりないのを補うには、どの方法がよいか。

小さいバラックをたくさん建てる。

長屋式の細長いバラックを建てる。

鉄筋コンクリート造の共同住宅を建てる。

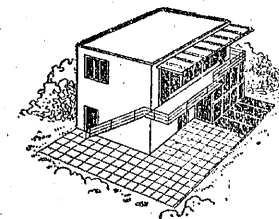
工場で大量生産して組立住宅を建てる。

小さいコンクリート造をたくさん建てる。

手ゼミの家を便利に使うくふうする。

倉庫などを住宅に改造する。

テントをたくさんつくる。



295-8 395.3 7-12 K250.4-7-12

私たちの科学 12
家はどのようにしてできるか
中学校第2学年用

昭和22年7月18日印刷 同日翻刻印刷
昭和22年7月22日発行 同日翻刻発行
〔昭和22年7月22日 文部省検査済〕

著作権所有 著者 文 部 省
発行 東京部中央区銀座一丁目五番地
翻刻者 大日本図書株式会社
代表者 佐久間長吉郎
印刷者 大日本印刷株式会社
代表者 佐久間長吉郎

APPROVED BY MINISTRY
OF EDUCATION
(DATE July 18, 1947)

東京部中央区銀座一丁目五番地
発行所 大日本図書株式会社

文 部 省