

製作のための材料・素材の基礎知識 (三)

砂 場 三 郎



この前は、建材・塗料・接着剤をプラスチックという焦点に合わせて話してみました、今度はまた少し観点を変えて、いろいろな材料や素材の、形状や質の違いからくる、構造の強さや組合わせについてのべてみたいと思います。

理論的な構造理論と直観的構造理論

幼児期の子どものやることを、構造理論などという、いかめしいことばでおどろかさうという意味でもありませんが……

粘土で家を作ったり、板片で橋をかけたりする子どもの活動の中で、“ああ立派な家ができたね” “ああ立派な橋がかかったね” というように、そのでき上りだけをとりあげるような傾向が強いように思われます。が、その活動のなかで、材料への葛藤や、その材料の性質（本論ですが）を生かさうとする工夫、などの過程を

とらえることが、できた作品以上に大切なことだと思います。

建築家の作る構造物がすべて理論と計算で行なわれるのに対し、子どもの作品は、鉄骨と割箸、コンクリートと粘土の違いがあっても、その材料を生かさうとするねらいは、一流建築家と何ら変わることがないと思います。子どもの場合は、理論もなければ計算もありません。やることも幼稚でおとなから見れば考えるに足らぬつい見落しがちなつまらないことかも知れませんが、私はこの子どもたちのたわいもない模索を直観的構造理論と名づけてみたいと思います。

しかし、ここでは子どもの構造理論を解剖するのがねらいでなく、材料の構造学といわれるものの概略を汲みとっていただくことによって、それが子どもの活動の中で行なわれる、創造の芽を伸ばすための目やすや、内面思考を観察するための手引きにした

いと思います。

ある幼稚園の入試で、一枚の画用紙を与えて「この画用紙を立ててごらん？」というような問を出したとか聞きますし、以前幼稚園や小学校の低学年で竹ひごと豆とで建物やはしごを作らせるような教材がありました。このような活動はなかなかに無意識に行なわれているようですが、紙を二つ折りにして立てることは折板構造といわれ、竹ひごを豆でつなぐ方法は、剛接といわれる接合法と全く同じ内容をもっています。このように子どもの創作活動の中でおとなの考える理論と同じ内容がずいぶん多いと思いますので、一応構造学といわれるものの概略を知ることが、子どもと接する点でもいろいろ便利だと思ったわけですが、これを説明するのに材料を面、線、量材というように形状の上で分類して、それぞれについてのべてみたいと思います。

面材

よく構造ということばを使いましたが、一口にいえば材料の特徴を生かし、むだがなく丈夫で強い目的物を作るという意味です。

丈夫で強くするということは、材料そのものが強くなくてはならない、ということは当然なことですが、その材料の組合せや扱いが適当であるかどうかということも大切な問題です。

幼稚園の入試例を挙げてみましたが、幼児期の子どもにとって

紙は面材の代表的なものです。しかし一般には、弱いものの代表のようにもいわれています。これに強さを持たすとしたらどのような方法があるか。

紙を二つ折りにして屏風のように立てたり、小口のびんに砂をいれるとき、紙を二つ折りにして漏斗の代りにするなど二つに折ると強くなるということは、誰にもわかっていてむずかしいことでもありませんが、専門用語で折板構造とよんでいます。このような構造が私共が日常接する器具類などにずいぶんつかわれています。パッケージやダンボール箱、とくにダンボールは断面をご覧になればおわかりでしょうが、折板構造がほどこされています。一ばんはつきりわかるものは建築の鉄骨材のL字形やH字形の鋼材です。

この折板構造をもう少し突っ込んで考えてみたいと思いますがたとえば、紙を折るということは、むずかしくいうと紙の弾力（はり）の限界を越えて折り目がつくことで、この紙のはりのある面を二分することにもなります。紙の弾力面がちいさければちいさいほどその部分の張りが強くなります。逆にいえば面に、強さを持たせるには、折り目を多くすればよいということで、屋根材の波板やダンボールの断面のような構造が生まれます。さらに折り目を無限にふやすような状態を作ればさらに強くなるはずで、紙筒のように紙をまるめることは、この折り目を無限にふやしたと同じ理屈になります。

またこの折り目を一方向だけでなく、四方八方へ無限にふやしたと考えると、卵の殻のような曲面を考えることができます。薄いおなべやプラスチックのお盆なども折板構造と考えてよいと思います。

このような面材の強さを工夫することが、子どもの造形の中でどのような形で行なわれているでしょうか。もちろん無意識のうちに行なわれているのが普通ですが、その代表的なものは折り紙でしょう。そのほか、二つ折りの動物作り、簡単な展開図の箱、新聞紙をまるめた筒で作るものなどがあります。新聞紙をまるめてにぎりつぶして作る動物なども、折り目を無数につけた折板構造です。

紙に強さをもたせる“まだ何かありそうです”。

量材

紙は平面のままでは弱いものですが、（構造材として使う場合）平面のままでは強さを持たせるとしたら、どんな方法があるでしょう。画用紙よりボール紙、ボール紙よりベニヤ板というように厚みをまですることがまず考えられます。質と同時にこの厚みをまですることは、面材に強さを持たせる大切な条件ですが、これを極端に厚くしたものは、量材であるということができません。

木片（角材）、石ころ、練瓦、コンクリート塊やブロックなど量材の仲間です。

量材は、線材のように結びついたり、紙のように折ることができませんが、圧縮力には強いので、積みあげるという構造がとられます。

人類の知恵として取りいれられたもののはじめが、量材の積上げであったともいわれています。エスキモーの家は今でも積みあがの典型的なものですし、西欧の建物もこの積上げから出発しています。

石塊などを幾つか積み重ねることは簡単ですが、これを高く積むとか、横に結合するような必要条件が生れたとき、重心、ふれ合う面の状態などのいろいろな問題が起きてきます。

高く積むだけなら、俵積みのように積みめば解決しますが、これでは底面積が広くなり、最少の数量でむだなく効果的に積むにはどうするか。家屋のように屋根を必要とする場合はどうしたらよいか。などいろいろな問題を生活の中で解決してきました。

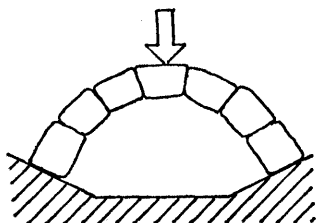
古代人が石塊ですまいを作ったとしたらどんな方法をとっただろうか。子どもの積木で条件を与えて考えさせてもおもしろいでしょう。

まずはじめはA図のようではなかったかと思いますが、次にB図のように重心の移動が考えられ、更に曲線的に組合せたアーチが考えられたのではないのでしょうか（C図Ⅱアーチは現在の石橋やトンネルなどによくみられる構造です）

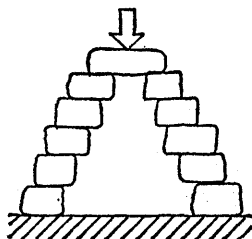
このような構造の安定の限界は、量材と量材の摩擦と重心、力



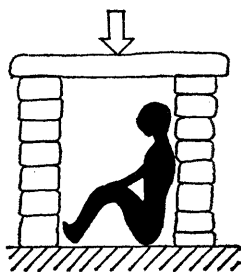
C 図



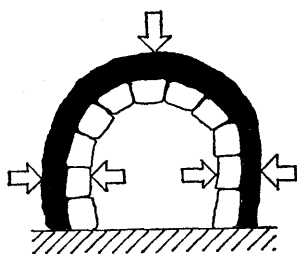
B 図



A 図



D 図



E 図



F 図



の伝達方向のとらえ方、それに量材そのものの重量が微妙な要因をなしています。それから更にこの構造を複雑化するため、D 図のような外力との平衡を考えると、量材と量材の結合が考えられます。

あるということ、を十月号のセメントのところでも話しましたが、ブロック積みなどはその端的な例です。E 図のように石と石を結合したものがコンクリートだといえます。接着した上に更に紐で結んだのと同じ方法をとったものが鉄筋コンクリートといえるでしょう。これは量材としてのコンクリートに線材面材としての強さをましましたものといえます。(F 図) このようにセメントの発明は、量材を積みだけの工夫から、更に線材、面材としての機能を作り出し、近代の建築、構造物の様式を一変しました。

しかし積むということは、なにも建造物にかぎったことではありません。石垣、俵積み、いろいろな材料の収納や食器の整理などで、日常生活の中にも随所にみられることですが、これらは別に理論があって行なわれたものでなく、いわば、生活の知恵といわれるものの集積が、重心、摩擦、力の伝達方向などを直観的に汲みとってきたといえるでしょう。

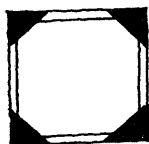
また子どもの活動にスポットをあててみますが、まず考えられるのは積木でしょう。

何かの目的物を作る過程でいろいろなことを経験し、修得していきませんが、簡単な条件で高く積んだり、机の上に横に並べたものをそのまま垂直に起すなども内容としてはおもしろいことで、その中から無意識のうちにいろいろなことを学びとっていくでしょう。

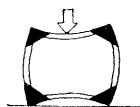
教師の側としても、重心や摩擦を学ばせるのがねらいではありませんが、教師がこのような点に気をつけて見ると、ただ漠然と活動さすのでは、おのずとみ方、感じ方、も違ってくるでしょう。

粘土も主要教材の一つで、その可塑性がいろいろな物を作り出すのに便利ですが、量材としての見方、扱い方をさせることによって、粘土の本質をつかますることができるようにも思われますが……。

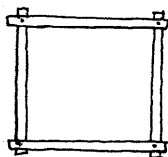
G 図



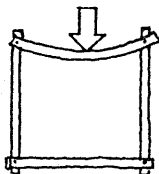
G' 図



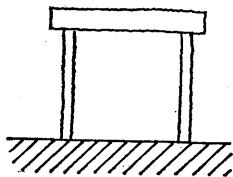
H 図



I 図



J 図



線材

マッチの棒を折るとしたらどのような方法で折りますか。(失礼な質問ですが) これを引っ張ったり、押しつけて折るようなことをしないでしょ。線材は縦からの圧力には細くても相当な強さを持っていますが、丸木橋のように柱を横にして両端を支点に上から荷重を受けると弱いものです。一般の建築構造物として使う場合は、縦に使うものが柱で、横に使ったものを梁といっています。

この梁の性質で注目したいのは、その断面の幅と高さの比が梁の強さを作り出しているということ、たとえば、幅と高さの比が一對一の梁の強さを一とすると、幅が同じで高さが2倍になるとその強さが8倍になります。この辺に構造学のおもしろさがあります。……(てこの問題なども梁の構造の特色です)

柱とか梁ということばがでしたが、ついでに、この継ぎ方について少し話してみたいと思います。

線材の接合には、およそ二つの方法があり、その一つはG図のように、四本の柱をがっちりつなぐ（接着剤での固定、熔接・コンクリート）と荷重が全部に響いて、G'図のように梁も柱も床も上からの荷重の影響でひずみます。コンクリート建築を注意してみると、梁も柱もほとんど同じ太さになっていますが、その意味がおわかりかと思えます。このようにがっちりした接合を剛節とよび、剛節で接合された構造体をラーメン構造とよんでいます。

次の一つは、ひもでしばったり一本のボルトで止めるようなゆとりのある接合法（H図）でこの方法ですと、直接荷重のかかる梁の部分に負担がかかり、柱にはあまり影響しません。（I図）したがって、梁を強くするように太くすれば、横からの力がかからないかぎり、柱は細くてすみます。木造家屋の柱や梁がそのよい例でしょう。

このようなゆとりのある接合をビン構造とよんでいます。ボルト締め、蝶番、ひもで結ぶ、それに木造建築のホゾ組みもビン構造の仲間です。

しかしI図のような構造は、地震のような左右の力に弱いのでこの欠点を補ったのが三角構造で、線材の強さ、面材の長所をうまくとりいれてあり、鉄橋やタワーのような高い鉄骨の構造物はすべてこの三角構造を利用しています。木造家屋のスジカイ、自転車、車体などもこの三角構造で普通これをトラスといっています。

このような接合方法を子どもの活動にとりいれれば、わり箸をゴムバンドで止めたり、糸で結ぶような初歩的な結合法でも、案外強くしつかりしたものを作るのではないでしょう。

材料の特徴について話してきましたが、これをすぐ教育に生かせるものではありませんが、造形の基礎として頭の片隅にたくわえておくことも、あながちむだではないように思います。

最後に幼稚園などで使用できそうな線材、量材、面材にどんなのがあるか、その代表的なものを羅列してみますが、これらの結合、接合法を考えあわせてみると、いろいろな活動が考えられるのではないのでしょうか。

●線材

木材、ヒノキ棒、平棒、割箸、マッチの軸、木の枝（桑の枝・柳の枝など）、竹ひご、針金、麦・藁・唐きびの茎、ビニールパイプ、（ストロー）セルロイドパイプ

●量材

石ころ、粘土、木片（角材）、積木、空箱（キャラメル・菓子箱・タンボール箱）、空缶、練瓦、コンクリート平板、ブロック、セメント

●面材

洋紙（画用紙・ボール紙など）、和紙、ハトロン紙、ニユーム板、プラスチック板、合板ダンボール、ビルダーカード

（板橋区立稲荷台小学校）