

I-9

構造物における力学的感覚に関する調査

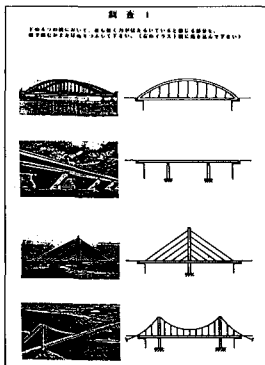
北海道開発局 正員 橋本 幸
北海道大学 正員 菲澤憲吉

Introduction;

構造物の部材は力の流れる道である。構造物には様々な力が作用するが、それに対して抵抗する部材の力の流れを、視覚的に最も良く表現する形が存在するはずである。『構造の感覚』とはそれを認識する感覚であり、『力学的明快さ』とは力の流れの分かり易さということになる。これらについて本研究はアンケート調査により『構造の感覚』の一般的な傾向を見出だそうとしたものである。

—調査方法

- ・調査対象は 150人、男女比は 1 : 1 である。
- ・回答時間は各調査につき30秒程度とし、出来る限り第1印象による回答を得るものとした。
- ・質問事項のなかでは回答者に何らかの先入観を持たせるような専門的用語を用いることを避け、また類似した複数の調査は、全く別の日に行っている。

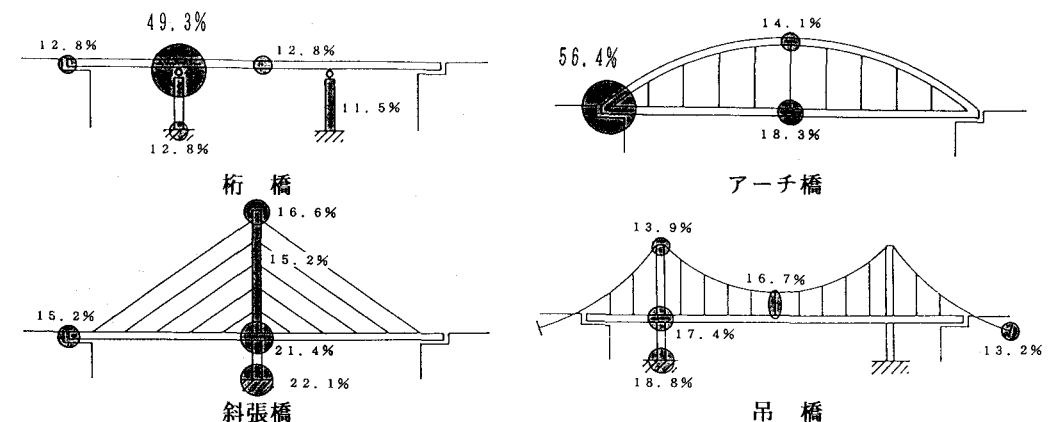


調査1 ; 『最も強く力が働いていると感じる部分はどこか』

形態の異なる4種類の橋について、実際の写真をもとにそれぞれ一番仕事をしていると感じる部分を、簡略化したイラストに図示させるという調査である。図1に調査結果を示すが、アーチ、ケーブル、ハンガーといった、視覚的印象が強く、力学的にも重要な部分に対する注目度が低い。

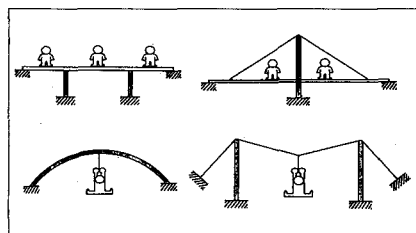
『サイコベクトル』(psyco-vector)のような概念を導入するならば、そのダイナミックな上部構造は、強い『心理的誘引力』を持っているといえる。しかしこの調査においては、そうした視覚的誘引力を持った部分は、必ずしも力学的な力強さを持った部分として認識されていない。

図1



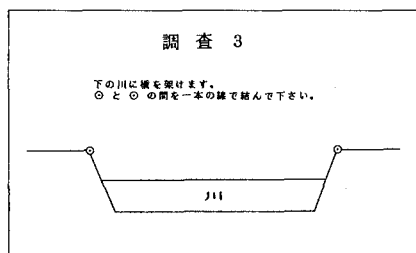
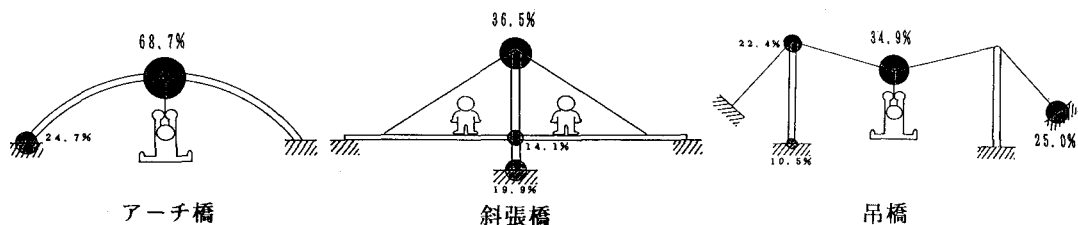
On the Mechanical Sense of Structures

by Koh HASHIMOTO and Noriyoshi NIRASAWA



以上の結果をもとに調査2として、更に簡略化したモデルを使用して調査1と同様な調査を行った。図2に調査結果を示すが、回答者の注目点が調査1の場合とかなり異なり、構造物の持つ力学的な原理がより明確に認識されていることがわかる。

図2



調査3 ; 『川を挟む2地点に一本の線で橋を架ける』

川を挟んで10cmの間隔をもった2地点の描かれたイラストを用い、そこにフリーハンドの一本の線で各自のイメージする橋を架けるという調査である。橋というものが一般的にどのように認識されているかというイメージ調査の第一歩として行った。

調査結果は、上に凸の曲線橋を架けた回答者が最も多く53.5%で、そのライズの平均は12.9%となっている。図3が相当するライズであるが、太鼓橋として有名な山口県岩国市の錦帯橋のライズが約14%であり、12.9%はかなりの急勾配ということになる。以下、水平の直線橋：37.5%、下に凸の曲線橋：4.9%となっており、150の回答を平均すると、「6.9%、上に凸の曲線橋が架かる」ことになる。

この結果を更に詳細に検討するために調査4として、-18%~18%まで7つのライズをもった橋を用意し、『どの橋を渡るか』という視点から調査を行った。

その結果、7割以上の回答者が上に凸の橋を選択、150の回答を平均すると、「6.3%、上に凸の曲線橋を渡る」こととなり、2つの調査結果に共通点を見出すことができる。図4に6%のライズを持った橋の立体イメージ図を示す。

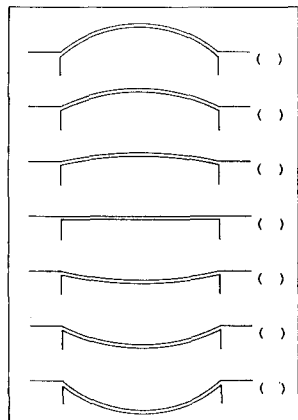
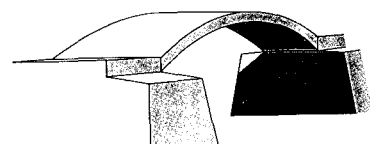


図3



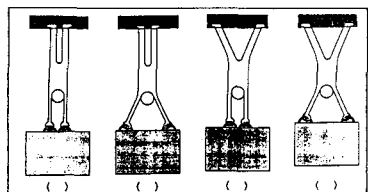
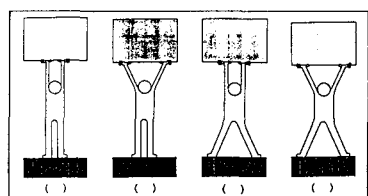
図4



錦帯橋（山口県岩国市）



川口ほか、「建築構造のしくみ」（彰国社）より



調査5 ; 『支えているというイメージが最も強いものを選ぶ』

「圧縮」及び「引張」という部材の状態に対するイメージに絞り込んで行った基礎的な調査である。

調査5では「圧縮」の状態を4つの形態に分類してモデル化し、「支えている」というイメージの最も強いものから順位をつけ、感覚の傾向を探った。結果を図5に示す。

調査6は同様に「引張」の状態に関する調査で、「引き上げる」というイメージの強いものから順位をつけている。結果を図6に示すが、調査5の場合とちょうど対称的な結果が得られている。

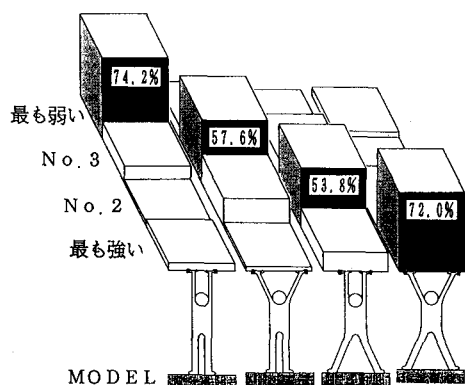


図5

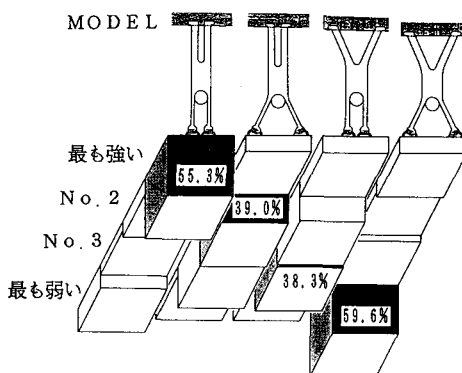
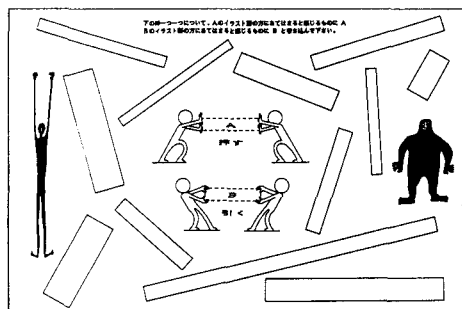


図6



調査7 ; 『部材のプロポーションと

圧縮、引張のイメージの関連』

調査7は、圧縮及び引張のイメージを具体的に部材のプロポーションと関連づけて調査を試みたものである。

1:2～1:20までのプロポーションを持った部材を完全にランダムに配置し、Aのイラストものを押し合っている一に当てはまると感じるものには「A」、Bのイラストものを引っ張りあっている一に当てはまると感じる

ものには「B」と記入する。「太く短いものは「押されている」、「細く長いものは「引っ張られている」、という一般的な感覚のなかで、そのイメージの境界がどこにあるのかを調査する。また短時間の中で、微妙なプロポーションの違いをどれほど認識できるかを見ることができる。

回答は以下のように分類した。

- ・第1集団：1つの縦横比の境界を中心に、圧縮と引張を明確に分けられていた集団
- ・第2集団：第1集団同様認識が明確だが、途中1部材だけ判断を誤って記入していた集団
- ・第3集団：判断に2箇所以上の誤りがある集団（例；圧縮圧縮／引張引張／引張引張…）

この内、1及び2の集団を「構造物に対する感覚が明確な集団」と位置付けこの調査の有効回答としたが、全体に対して合計で80.7%となっており、予想以上に高い認識力をもっていることが分かる。

図7に調査結果を示すが、縦横比 1:6と 1:7の境界が「押されている」「引張られている」の境界の中心であり、60.3%と非常に共通した感覚として表れている。

下図にこの調査7に対する回答の最も代表的なモデルを示す。前述のように圧縮・引張の境界は 1:6と 1:7の間にあることが分かるが、1:8というプロポーションをもった部材に対して、全体の4割以上の回答者がこれを「圧縮」状態にあると認識した。

これは12の部材の中で、この部材だけが水平に配置されていたからではないかと考え、引き続き調査を行った。

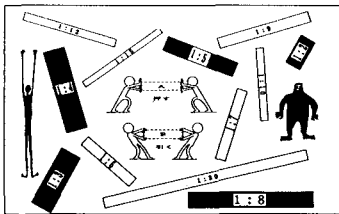


図8

黒色
= 圧縮部材

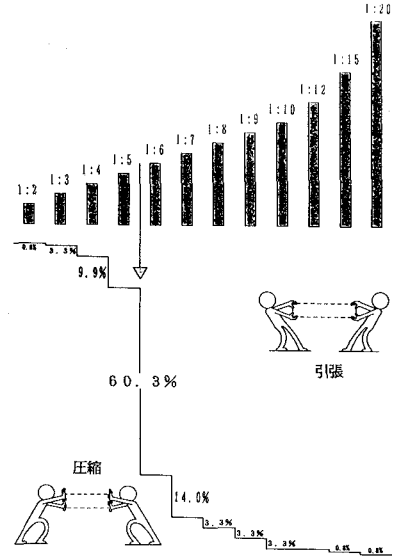
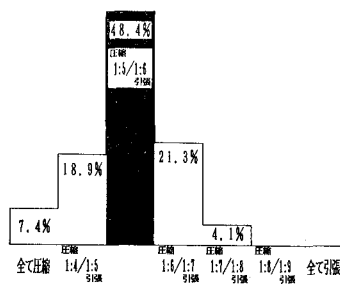
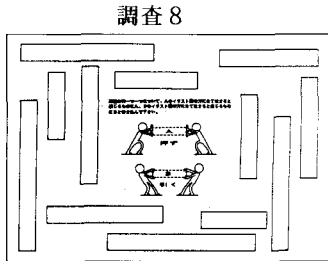


図7

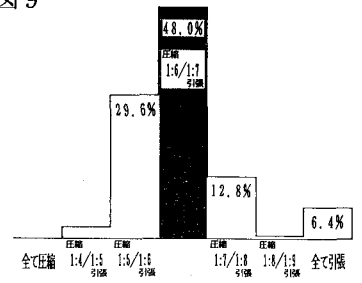
調査8では、各部材を鉛直方向、水平方向に2つずつ配置して調査7と同様の調査をおこなった。部材の配置の状態の違いによる感覚のずれを見出だそうとするものである。図9に調査結果を示す。

1:6の部材が代表的なケースであるが、同じプロポーションの部材を比較すると、鉛直配置の場合と比較して、水平配置のものをより短く感じ、結果として圧縮状態にあると感じる傾向があることを読み取ることができる。



鉛直方向

図9



水平方向

あとがき：この研究は、基本的な「構造の感覚」を調査していく中で、ある種の傾向を探り、それを把握した上で、「力学的明快さ」という概念を明らかにするための、新たな発想を見出だそうとするものである。調査の結果、サンプル 150人の感覚は予想以上に共通点を有しており、今後調査の材料を更に拡げて行くことで、大きな傾向がより鮮明に現われると思われる。そして様々な角度から「力学的明快さ」へとアプローチしていくことで、研究は次の段階へと展開するであろう。

《参考文献》Forrest Wilson；構造と空間の感覚

川口 衛、阿部 優、松谷 有彦、川崎一雄；建築構造のしくみ

樋口 忠彦；景観の構造