

IV-47

図形に対する力学的認識についての調査とその分析

北海道大学工学部	正会員	韭澤 憲吉
北海道大学工学部	学生員	大畑 智嗣
北海道大学工学部	学生員	山下 央

1. まえがき

これまで筆者らは、「人が構造物を見たときには、構造物の力学的な働きを自分の体験に基づいて感覚的に理解しており、そこには各人の経験による程度の差はあっても、力学的な感覚の傾向には大きな個別的差異はなく、その感覚とうまく合った構造には安心感を覚え、感覚と大きく異なった構造については不安感を抱くことになる」と考えて、そのような「構造物があたえる力学的感覚（構造感覚）」と景観工学との関連を明らかにしようとする調査研究を進めてきた。

その研究を進めていく中で、人間の持っている視覚における直感的な印象というものがかなりの部分において共通していることが分かったが、その一方において、とくに非対称構造形態を見たときの力学的バランスの感覚に関して、見慣れによるものと推定できる安定感覚の揺らぎが共通的に認められた。

土木の景観工学においては、エージングということが重要なテーマであるが、構造材料が時間経過とともに味わい深く馴染んでいくことと同じ意味で、構造形態が見慣れによって人間の感覚の中に染み込んでいく、いわば心理的なエージングというものが考えられるように思われる。

そこで、この研究の第一歩として、ひとつの図形から人間が直感的に感じるバランス感の一般的な傾向を探るとともに、そこに認められる「見慣れ」の程度を明らかにして、それらを分析することを試みた。

ここにおける報告は、日本の南北の2地域において合計およそ600人を対象にして、紙に描かれたある形の図形の中に印を描き込む形式のアンケート調査を行い、図形に対する力学的な認識について調べた結果を集計し分析したものである。

2. 図形に対する力学的認識についての調査の概要

アンケート調査の地域として札幌と那覇を選定し、対象を高校生に絞って同じ形式で調査を行った。高校生を選んだ理由は調査内容を十分に理解できる年齢でありかつ、調査母集団を同じ地域で育った地元出身者だけで構成するためであり、北海道と沖縄という離れた2地域を選んだのは見慣れにおける地域性を比較するためである。調査は各地域のそれぞれ4校（普通高校2、工業高校1、女子高校1）の協力を得て、両地域ともほぼ同人数に対して行われた。1校あたりの人数は2クラス80人程度で、両地域合わせて総計約600人の規模のアンケート調査であった。

調査は図1のような直径20cmの円形に切り取られた紙に印刷された北海道の図形を使って行われた。調査対象者にこの用紙の上に鉛筆で、自分が感じたままに図形の「図心」の位置と、バランスがいいと感じるようにぶら下げる時の「釘穴」の位置を描き込んでもらう調査である。調査の手順は、教室内において各自の机の上に調査用紙を配布して短時間で記入してもらい速やかに回収を行った。説明の言葉はわかりやすく「まず、この図形の中心（重心）はどこにあると感じますか。中心だと思ふ場所に+印をつけてください」「次にこの図形を切りぬいて、



図1 調査に用いた図形

Research and Analysis of the Mechanical Understanding for a Plain Figure
by Noriyoshi NIRASAWA, Satoshi OHATA and Nakaba YAMASHITA

その図形を壁の釘に掛けることにします。バランスよく掛けるために、あなたならこの図形のどこに釘穴を空けておらげますか。図形の中に、釘穴の位置を●印で記入してください」という表現とした。

回収された調査用紙の内訳は、未記入のものや不完全な回答をのぞくと、表1のような分類となった。

調査地	札幌				那覇				計 (人)
	調査高校	SN高	SA高	SE高	SF高	NS高	NN高	NE高	
男(人)	48	42	67		26	32	66		281
女(人)	38	41	2	93	50	42		75	341
計(人)	86	83	69	93	76	74	66	75	622
	331				291				

表1 調査対象者の分類

3. 図形認識についての分析手法

調査用紙には、図心+(Cと略称)と釘穴●(Uと略称)の2つの印が記入されている。これらのデータをコンピュータで分析し処理することを可能にするため、600人分の印の位置を示す点を、座標値として読みとり、データを数値化させた。

そのためには、基準点が必要なので北海道の図形の北にある宗谷岬(SOと略称)と南にある襟裳岬(ERと略称)という2点を基準点とした。その上で、600人分の調査用紙を、イメージスキャナで読み込んで、読み込まれた図形の図心Cと釘穴Uの位置と2つの基準点SOとERの位置を座標値として読みとり、基準点からの相対的な図心と釘穴の位置を求めた。

その読みとりと分析の手順は以下のようである。

- 1) 調査用紙をスキャナで読み込み、SO・ER・C・Uの4点の位置を座標値で読みとる。
- 2) SOとERの距離を1000に変換し、図2に示す変換座標系における図心+C(X0,Y0)の座標を計算する。
- 3) 図3に示す様に、SOとERを通る基準軸であるY軸から、釘穴Uと図心Cを通る線がどれだけ傾いているかを、反時計回りの方向を正として角度 θ を計算する。

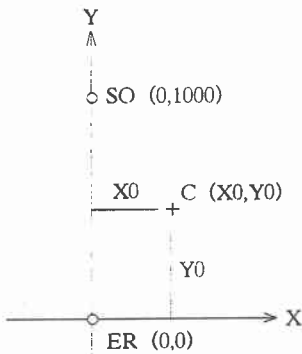


図2 変換座標系での図心Cの位置

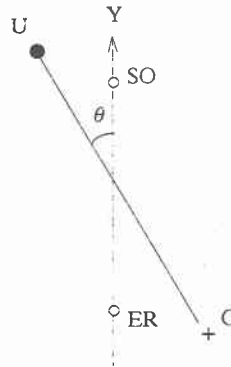


図3 Y軸を基準としたU-Cラインの方向

調査データの集計分析の際に、検証と評価のために以下に示す作業も加えて行った。

(1) スキャナの読み込み精度の検証

スキャナでの読み込みに歪みがないことを確かめるために、45度ずつ角度を変えて北海道の図形を8回読み込み、SOとERの位置の座標を読みとり2点間の距離を求めて数値を比較した。その結果スキャナで読み込む方

向によって歪みが出ていないことが確かめられた。

(2)北海道の図形の図心の計測。

調査結果と比較・分析するため、北海道の図形の図心を下の2通りの方法で求めた。

[切り抜き法]

- 1)紙に描かれた北海道の形を切り抜き、ぶら下げて鉛直方向線を書き込む。
- 2)いくつかの点からぶら下げ、鉛直方向線の集まる位置をおよその図心とする。
- 3)針の上に切り抜いた北海道の図形を、2)で求めたおよその図心の位置に乗せて、正確な位置を求める。
- 4)上記の作業を2種類の厚さの紙で行い、2つの平均値を求める。

[スライス法]

- 1)読み込んだ北海道の図形を、直交2方向の平行線でスライスする。
 - 2)図形の輪郭線と平行線との交点を読み込む。
 - 3)スライス要素を台形として面積を求め、基準軸からの距離より断面1次モーメントを計算し、図心を決定する。
 - 4)図形の向きを変えて5回上記の作業を行い、得られた図心の座標の値のうち最大値と最小値を切り捨てて、3つの値から平均値を求める。
- (3) S OとE Rを通る基準線の方位角の計算。

実際の宗谷岬と襟裳岬の緯度経度より、真北から宗谷岬と襟裳岬を通る線がどれだけ傾いているか、その角度を求めた結果、反時計まわり方向におよそ15度であった。

4. 図形の認識についての分析の結果と考察

(1) 図形の「中心」に関する調査結果

調査地札幌と那覇でのそれぞれ4つの高校の、図心Cに関する調査結果を集計して、変換座標系で図心の位置の散布図を描いた。それに北海道の図形を基準軸上のE RとS Oの位置が、それぞれ襟裳岬と宗谷岬の位置に一致するように重ねたのが図4である。図は真北を上にするために反時計回りに15度傾けてある。

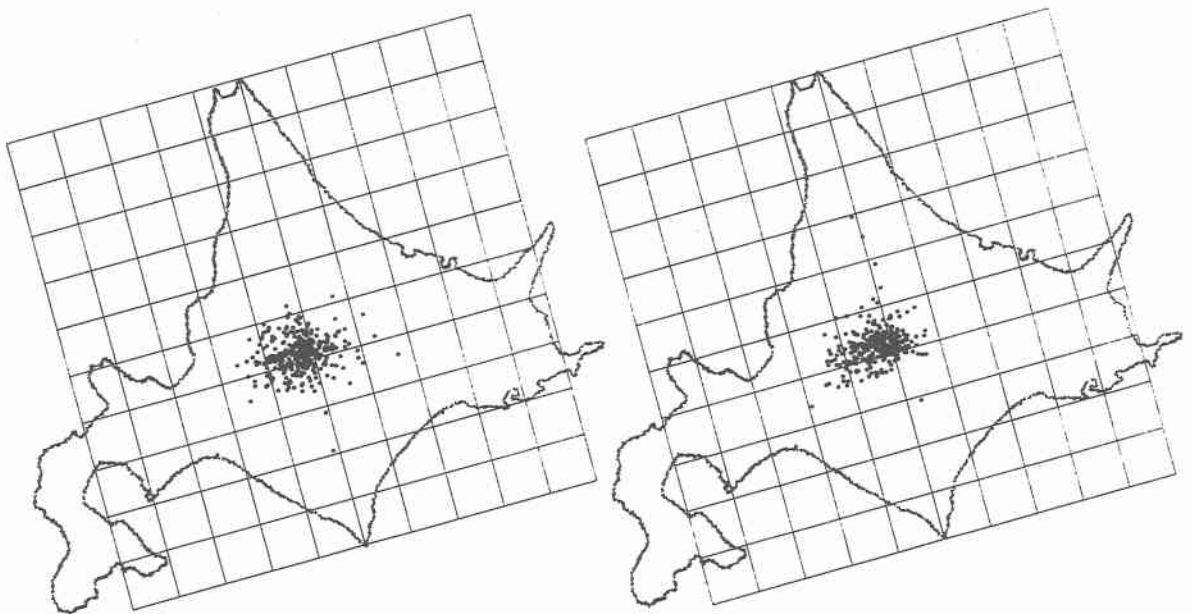


図4 図形の「中心」の散布図(左-札幌,右-那覇)

