第三章　美的構成の諸原則

第一節　多樣の統一

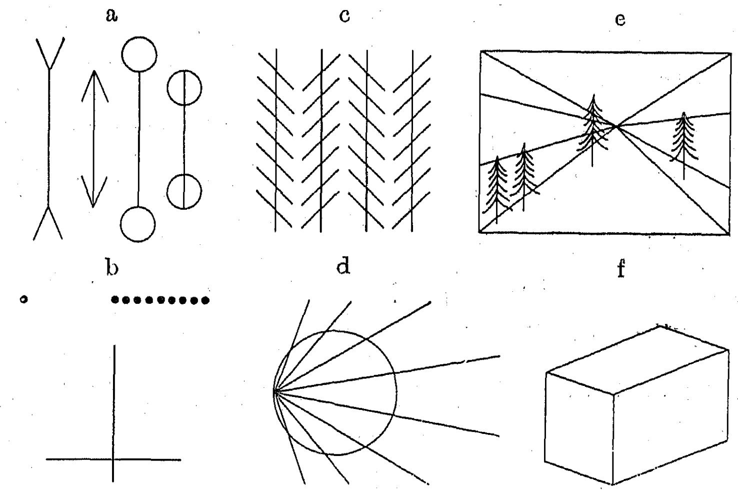
美的構成が如何にして得られるかの問題に就ては美學上幾多の論議が重ねられてゐる。然し乍ら此の問題に關する哲學的な或は心理學的な分野に立入つての細い詮索は純美學者の手に委ね,應用美學たる橋梁美學として必要な範圍のことを概說するに止め度い。從つて此處では先づ前提として美學の根本原理たる多樣の統一 Einheit in der Mannigfaltigkeit と云ふ美的構成の基本原則を無條件に揭げることゝする。橋梁は之を美的對象として見る場合,それを構成する各部材·橋脚·橋臺其の他環境の總てを含む各要素から成立つてゐて,その要素が複雜で數が多い程その多樣性も大であるが,橋梁の美的構成も亦その多樣性の統一,換言すればそれ等の要素が或る一つの一貫した何物かを以て纏められた時始めて其所に美的構成が得られるのである。橋梁にも美學上所謂表現の美と形式の美の二樣があることが考へられるけれども,多樣の統一の原則は此の兩者を通じて眞理であることは更めて云ふ迄も無い。表現の美とは彫塑·繪畫の樣に材料·色彩·形狀等によつて表される意味の美であるとか,文學の如く言語或は文字の意味に表される美乃至は舞踊の如く人間の動作に依つて表現される意味の美,更に劇や映畫に見る樣なそれ等の複合した美を言ひ,形式の美とは美術工藝品に於ける色·線及形の美,音樂に於ける音の美,舞踊に於ける運動の美,或は最近の新興藝術たる共感覺的トーキー藝術に見る樣な光と色と形と運動と音樂の複合美の如きもので,主として直接

人間の感覺に訴へる所の形式的な美を言ふのである。表現美と形式美は之を明確に區別し難い場合もあるが,橋梁の美的構成は建築の場合と同樣に主として形式美によつて解決出來る。勿論風景計畫上橋梁の表現美が相當重要な役割を演ずる場合があることは見逃せない處で,緒論に於て一言觸れて置いた樣に原始的橋梁や古典的橋梁の如きは其の形式美と共に多分に表現の美を伴ふものである。然し此の表現の美に關する分野は橋梁美學よりも寧ろ純然たる風景技術上の問題となるので,本章に於ては主として形式美に關する事項を取扱ふことゝする。

形式美に於ける多樣の統一方法としては從來常套的に美學上所謂均齊 Symmetrie, 比例 Proportion, 釣合 Balance, 交代 Alternation, 對比 Kontrast, 調和 Harmonie, 韻律 Rhythmus, 並列 Reihe 或は反復 Wiederholung, 漸層 Gradation, 頂點 Kulmination 等の方法が採用せられてゐる。即ち在來の美橋を美學的に解析して見ると必ず之等の諸原則が形狀·色彩等視感覺を通じて吾々に認識される構成の上に當て篏まるのであつて,此の種の美學原則を無視しては美的構成を爲し得ないのである。然し乍ら今此處で之等の美學上の言葉の意味を說明する必要は恐らく無いであらうし,又これ等の方法の總てに就て一々例示する迄も無いことゝ考へられるので,唯其の中で橋梁の美的構成上最も根本的な關係を有し且又實際問題として橋梁設計に當る者にとつて最も應用範圍が廣い比例(プロポーション)の問題に就て次節に記述することにしたい。

唯茲に一言附加へて置かねばならないのは心理學上の錯覺の現象に就き設計者は細心の注意を要すると云ふ點である。人間の眼は極めて不完全なもので實在する物を視覺を通じて認知する場合,吾々は決してその實在する通りに見ることが出來ない。心理學で錯覺を學

んで圖22に示す樣な樣々の幾何學的線や圖形に依る例を見る者は誰しも自らの眼を疑ひ度くなるであらう。此の錯覺を橋梁に就て見れ



22. 錯覺の例, a, b 長さの錯覺 c 方向の錯覺 d 歪の錯覺 e, f 透視畫的錯覺

ば,例へばその反り(キャンバー)に於て最も顯著に表れる。即ち徑間が比較的大きな橋梁の場合には反りは甚しく減少されて眼に映じ,相當大きな反りを附けた心算でも殆んど直線として感じられるのに反して,小徑間の橋梁の反りは一定限度を超へると逆に過大に感じられることが多い。之は單なる一例に過ぎないが,凡そ設計者たる者は橋梁の大さに依り設計圖と實物とでは非常に感じが違つて來ることを常に考へに入れて置かなければならないのである。

第二節　比例とダイナミック·シンメトリーの原則

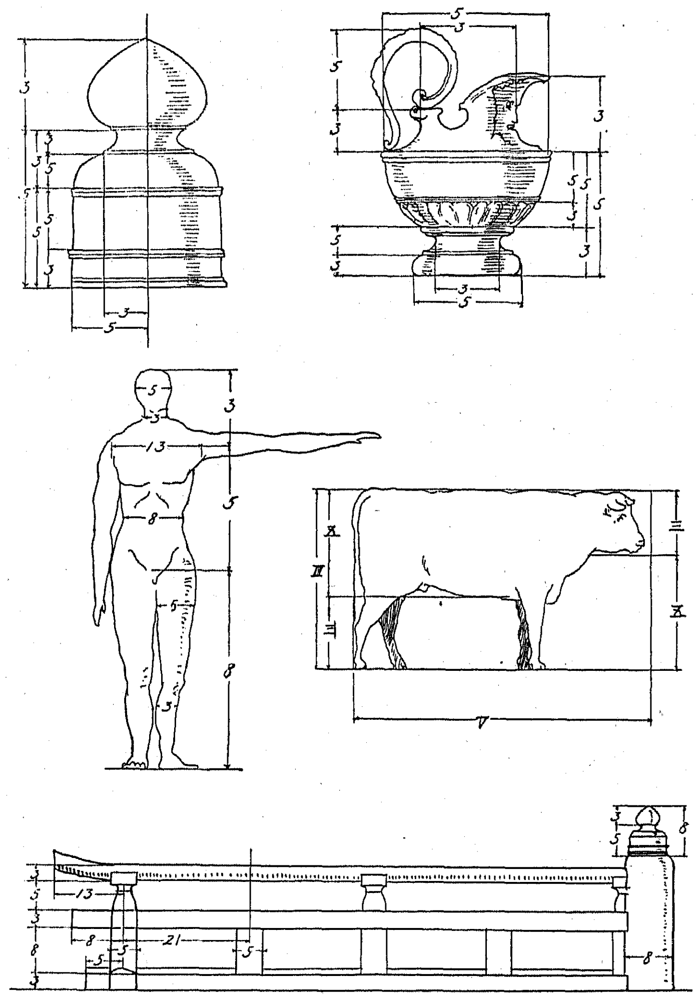
構造物の美的構成に當つて最も基本的な事柄はその比例(プロポーション)である。即ち構造物はその形狀や大さの割合,換言すれば構造物各部相互並に各部の全體に對する比例によつて外觀の美醜が決つて來る。橋梁に

就て一例を擧げるならば徑間と桁の深さの割合,經間割或は主拱と副拱の大さの比,橋脚と橋體との大さの割合,徑間と橋臺の高さ或は拱橋ならば矢高との比,吊橋ならば索の撓比と云ふ樣な各種の關係に於けるプロポーションなのである。此のプロポーションに就ては美學者間に於て相當深く進んだ研究が行はれて居るが,次に之に關する武田博士の所論(註)を抄錄して此の問題に對する研究の一助とし度い。即ち同博士に依れば

「ゴールドセクション,黃金比又は黃金截は紀元前三百年頃から考へられて居た。當時の有名な幾何學者ユークリッドはそれを記載して居り,又有名な天文學者ケプラーもそれを賛し,美學者の泰斗たるロバート・エドワード・ハートマンは非常に賞めて之を神秘的な比率と稱してゐる。玆に二つの數があつて其の比が$(A+B)A=B^2$の場合AとBとの長さの割合はこのゴールドセクションに當り1:1.618の比或は$\sqrt{5}-1:2$の比,即ち約3と5の割合になる。つまり3と5との割合の二邊を有する矩形は最も美しい型の基本をなすと云ふ考へ方である。極めて簡單なものであるが我國の立派な建築物や有名な美術品の外形,ギリシヤの美しい建築等の多くのものは槪ね5と3との割合で解剖することが出來る。圖23はその二三の例であるが,之は何か人間の好む神秘的な一つの法則の樣に思はれ,橋梁に應用すれば美しい構成を得るに相違ない。此の黃金比は非常に古く主としてエヂプト系統から來たものであるが,近來東洋美術·熱帶美術或は天然物の研究が進むにつれて黃金比を以て檢定し得ない美しいものが多數出現して來た。即ち黃金比は良いに相違ないが之を以て總ての美しいものを包括することは出來ないのである。伊太利のアルベルト・ジラルチは相次ぐ

註　武田五一「橋梁の外觀」土木學會誌第15卷第5號(昭和4年5月)

二數の和が其の次の數になる級數即ちフヰブナロッチ級數1,2,3,5,8,13,21……を考へ出した。黃金比の3と5も此の級數の中の一部に過ぎない。之を以て天體の距離の比,天然物の形の輪廓の割合,美術工藝品の形の割合,或は美しい音樂を構成する音の振動數の比等を研究して悉く適中すると云ふことを發表してゐるが,1921年頃米國ハーバード大學のゼー・ハンビッヂは新にダイナミック・シンメトリーと云ふ新說を提唱した。之は$1,\sqrt{2},\sqrt{3},\sqrt{4},\sqrt{5}$……と云ふ整數の平方根の級數で,此の數の比を用ひて出來る矩形は何れも美しい形となると云ふのである。即ち正



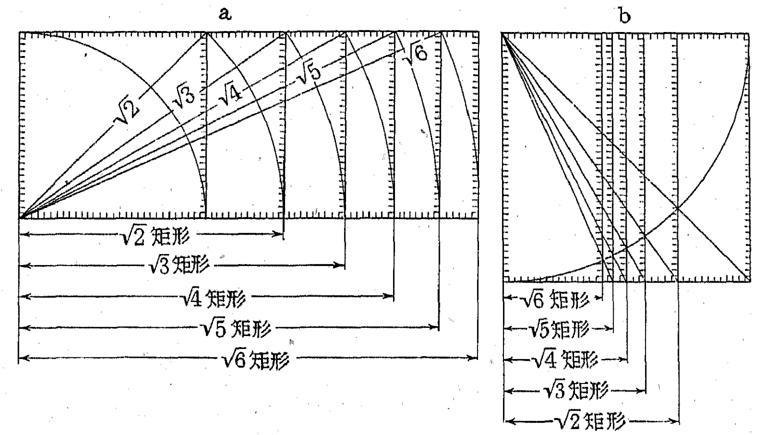
23. ゴールドセクション(武田博士原圖)

方形, 1と1.141の矩形, 1と1.732の矩形, 1と2の矩形, 1と 2.236 の矩形等であつて,此の一種に旋廻方矩形と云ふのがある。それは 1 と1.618卽ち黄金比の矩形である。ギリシヤの美術は主として $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{4}$, $\sqrt{5}$ 及旋廻方矩形の比から成り立つと云はれてゐる。此の比は其の應用が廣く構造物や美術工藝品の外形は不思議に此の比で解剖出來る。法隆寺或は東大寺其の他大伽藍の平面圖,或は鳳凰堂の立面の形,或は古器物の形の輪廓等に就て各邊の割合を精測して見ると,何れもダイナミック・シンメトリーの何れかに適中することは全く奇蹟的である。歐米各國或は我邦の有名な美橋に就て見ても此の比例によく當て篏まる。從つて逆に橋梁設計の際此の數比を應用して經間の長さの比,高さの比,其の他各細部の比を決定して行つたならば必ず面白い結果が得られると思ふ」

と言ふのである。此のハンビィツヂ J. Hambidge のダイナミック・シンメトリー Dynamic Symmetry の理論に基く計算結果とアテネのパルテノンに於ける實測結果とは殆んど誤差が無く,歐米各國に殘存するギリシヤのデザインの 85 %までが $\sqrt{5}$ 矩形を基調とし, 10 %は $\sqrt{2}$, 1 ~ 2 %が $\sqrt{3}$ に依るものだと云ふことであり,日本藝術に就て見ても例ば廣重の繪の構圖がやはり此の原則にかなつてゐると言はれてゐるし,建築に就ては武田博士の例示の如くである。又相阿彌の殘した京都の龍安寺の庭の如きは日本庭園の一型式に於ける絕世の傑作として知られてゐるが,斯くの如き自然材料に依つて構成された庭園に於てさへ最近の硏究に依れば(註)やはりダイナミック・シンメトリーの原則が當て篏まり $\sqrt{6}$ 矩形を基調としてゐるのであつて從

註　江山正美「對數的均齊による龍安寺庭園の構成に就て造園雜誌第 2 卷第 2 號(昭和10年 6 月)

來日本藝術の極致として,主に哲學的にのみ說明付けられてゐたものに對して科學的解決が與へられたことになるのである。勿論天才的

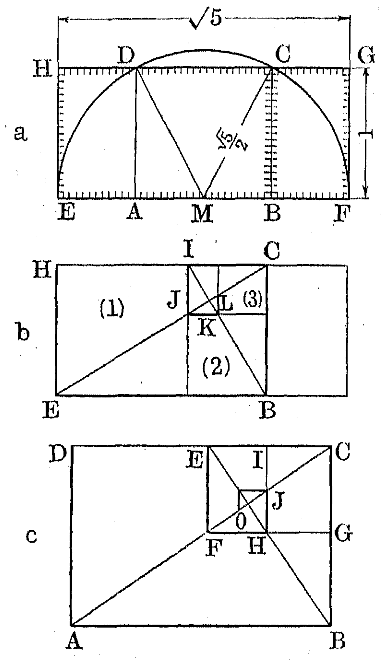


24. 平方根矩形作圖法

な藝術家は此の樣な美學原則を知らずして無意識の內に之を構成してゐるのであるが,天才的藝術家に非ざる大多數の設計家にとつては此の原則に出發して美的構成を得ることが出來るのである。或は又通常の設計を以てしたる場合その外觀の美に就て飽足らず,而も其の依つて來る所以を見出し難い樣な場合の如き,此の原則による檢討修正によつて恐らく滿足な結果を得ることも多いであらう。玆にダイナミック・シンメトリーの原則の基本をなす平方根矩形 Root Rectangle 及旋回方矩形 Whirling Square Rectangle の作圖法を記し二三の說明を試み度い。

平方根の級數 1, $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{4}$, $\sqrt{5}$…… は無限に續く譯で,その內圖 24 a, b は $\sqrt{6}$ までの平方根矩形の作圖法を示すものであるが,之に依つて見ても明かな樣に,平方根矩形の兩邊の比は無理數であるけれども,各邊を一邊とする正方形の面積は 1:2, 1:3, 1:4 ……の整數比を爲し

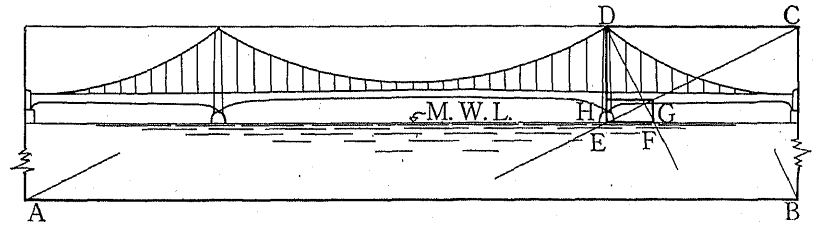
てゐる。次に旋回方矩形は圖25 a に示す如く正方形ABCDの一邊ABの中點Mを中心としてMCに等しい半徑の圓弧を以てAB線をEとFで切るときに出來る矩形EBCHがその一つである。之によつて見れば MC=$\sqrt{5}/2$であるからEFGHは$\sqrt{5}$矩形で,又 BF=$(\sqrt{5}-1)/2$であるからBFGCは黃金比矩形を爲してゐる。圖25 c は任意の旋廻矩形を示すもので,任意の矩形 ABCD の對角線 AC に頂點 B より垂線 BE を下して交點を O とすると, ABCE は O を極とする旋廻矩形の一部となり矩形 ABCD と GCEF は相似である。同樣にして次の相似矩形 EFHI を作圖することが出來て,之を繰返せば ABCEFHJ……の樣な旋廻矩形が得られる。此の作圖を圖25 a に於ける EBCH 矩形に就て行へば同圖 b の如くなる。此の場合には(1) (2) (3)……がいづれも正方形となり, HEBCIJKL………が卽ち旋廻方矩形なのである。而て此處では EB=BC+CI, CI=IJ+JK, IJ=JK+KL……の關係を有するから旋廻方矩形の相次ぐ邊の長さは 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21……の級數で示される。



25. 旋廻矩形及旋廻方矩形

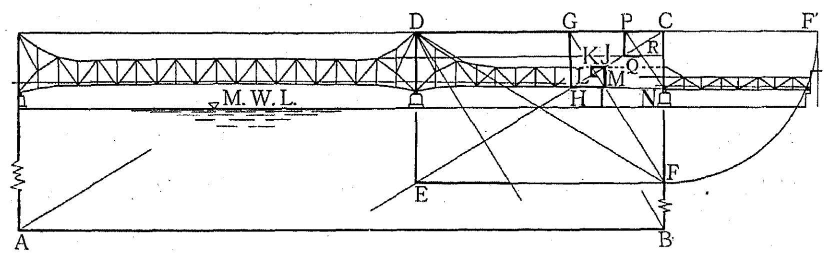
次に最も簡單な例としてケルン Köln の鎖吊橋（ケツテンブリユツケ）とウェーゼル Wesel のゲルバー桁橋に就て考察して見よう。ケルンの鎖吊橋は隅田川の復興六大橋梁中でも人口に膾炙された淸洲橋の原形だと云はれる美橋であるが,之を檢べて見ると圖26に示す樣に$\sqrt{4}$矩形を基調とする

もので,その經間割,平水面よりの見かけの路面高,門構の高さ等はいづれも ABCDEFGH の旋廻矩形が規定する線上に略合致して居る。又



26. ケルンの鎖吊橋

ウェーゼルの例はライン河のゲルバー桁橋の中では最も美しいものとされてゐるのであるが,その見かけの徑間割(力學計算上使用す可き徑間とは多少異る)の比を取つて見ると明かに旋廻方矩形の性質を有してゐるので,旋廻方矩形を作圖して當て嵌めて見ると圖27に示す如



27. ウエーゼルのライン河ゲルバー桁橋

く各部の割合は特定の關係を有してゐて,各支點の位置·結構の頂點·結構の上緣下緣等は大體に於ていづれも旋廻方矩形 ABCDE, EFCGHI JKLM 或は HNCPQR 等によつて規定せられた線上に位置することが知れるのである。