

第一章 緒 論

第一節 定義及び目的(Definition and Object)

應用力學とは土木建築に用ひられる構造物に働く外力、及び従つて生ずる内力、變形等に就いて研究する學科である。之は主として力學の應用に依り解決し得べきも、時としては單にそのみならず、同時に實驗又は實際上の經驗に基く理論に依らねばならない場合もある。たとへば擁壁に働く土壓の如きは實驗に依る假設を加味しなければならない。應用力學は實際構造物の設計に當りて其の基礎となるは勿論であるが、この他經濟上より使用材料の價格及びその耐久性、或は又構造物の美觀等に就いても充分の考慮を拂ふ必要がある。

普通構造物は彈性を有する固體からなり、外力、即ち荷重の作用に耐えるものであつて、我々は彈性變形を除いては荷重の作用に依りその形を崩さざるものと假定する。構造物を分ちて鉚(棒)構造、結構及兩者の結合の三種類とする。若し總べての鉚及び結構面がそれに作用する荷重と共に同一平面内にあればこれを平面構造物と稱し、其の他の場合を立體構造物と云ふ。こゝに鉚構造と稱するものは任意の點及び方向に働く外力に耐える事が出来るが、結構は部材の連結點、即ち格點のみに外力が働くものと假定する。尙結構は其の格點に於いて摩擦のない鉸で連結されたものと假定するが故に、各部材はその軸の方向のみに内力、即ち應力を受けるものと考へられる。

要するにこの學科に依りて凡ての荷重状態に於て各種構造物が破壊しないか、或は又外力に因りて鉚及び結構部材の内に生ずる應力が使用材料に許容せらるべき最高の限度を超過しないか、或は又材料の彈性から生ずる變形の大きさが實用上差支へない程度にあるか否かと云ふ様な事を決定しようとするものである。之等の諸問題を解くに圖式解法と解析的解法との二方法がある。純理論的立場から云ふならば、總べての場合に應用し得べき一般法則を樹てそれから各々特別の場合に導く事が望ましいのであるが、之は實地應用の場合に甚だ複雑で且迂遠の方法となるを免れないのである。従つて與へられた問題を出来るだけ速かに又正確に

解決し得る様な方法を場合々々に應じて工夫するは已むを得ない事であつて又極めて必要な事である。正確精密なる點に於ては計算に依る方が圖式よりもまさつてゐるから、靜力學的に不定である構造物の解法には成るべく計算に依る事を可とするが、或る初めの勞作は計算を以て行ひ、後に影響線及び其の他に圖式解法を用ひ結果を見出す事は實用上非常に便利である。又外力、内力などの起る状態を一目瞭然たらしむる事は圖式解法の利益であるが、これに反し、一般的法則を導く如き場合は解析的解法が圖式に勝る事は勿論である。

第二節 外 力 (External Forces)

一つの物體に働く力に二種類ある。其の一つは質量力と稱し、物體の總べての部分に一樣に且つ直接に働くものであつて自重は之に屬する。他の一つは表面力と稱し物體の表面の所々に作用するもので荷重及び支點に生ずる反力がこれに屬する。この支反力は作用 (Action) 及び反作用 (Reaction) の法則に従つて生ずるもので荷重と同様に外力と看做さる可きものである。

應用力學に於いては、自重をも荷重と同様に取り扱ひ、總べての外力を區別して荷重と反力との二種類とする。荷重を更に種別して靜(死)荷重及び動(活)荷重とする。例へば構造物の自重は前者に、又橋梁上を通過する車輪、群衆などの及ぼす壓力は後者に屬する。この他雪、風、水、土等より生ずる壓力が時として構造物に作用するが靜荷重として取り扱はれる。但し風壓は時として動荷重として取扱ふ事がある。尙荷重は個々の點に集中して作用する場合と、線に沿ひ或は面上に分布されて作用する場合とがあるのであつて、前者を集中荷重、後者を分布荷重と稱す。集中荷重は殆んど一點と考へ得る様な小圓の上に働くものと假定され、その點を働點と呼んでゐる。分布荷重は一樣に分布される場合と點々に於て異なる場合とある。

次に荷重が直接構造物に作用するか、或は中間構造 (縦桁横桁の類) を通じて働くかに依り、之を直接及び間接荷重に分つ。

支反力は構造物の種類に依り色々の形で起るのであつて、平面構造物なれば次

に示す三つの場合が問題となる。

(1) Fig. 1 に示す様な構造物が一點に於いて支へられ、その點が同一平面上にある一直線に沿うて摩擦なく滑動する場合、その反力は滑動面に直角に、即ち一定方向に起る。

(2) Fig. 2 に示す様に構造物が一點に於いて鉸に依り固定せられたる場合に、支點鉸を通じてある方向に反力を

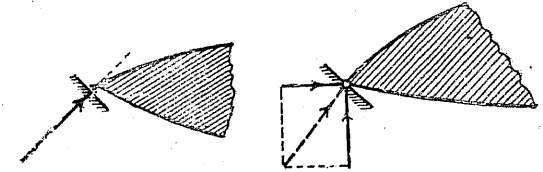
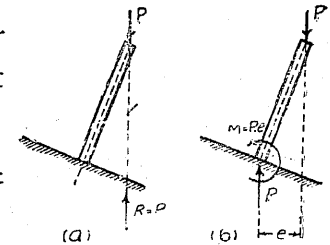


Fig. 1

Fig. 2

生ずる。之を任意の二方向、普通水平と垂直の方向に分解する事が出来る。

(3) Fig. 3 (a) に示す様に構造物がその一端にて緊固せられた場合には緊固の點を離れて或る方向に反力が生ずる。Fig. 3 (b) の如くこの反力を支點に働く同一方向及び大きさの力と力率を以て置き換へる事が出来る。



(a)

(b)

Fig. 3

以上三つの場合に於ける反力の分力は構造物及び荷重の種類に依り時として正又は負の値を取る。立體構造物の反力に関しては後に述べる事にする。

力はその大きさ、方向、向き、及び働點の位置に依りて一意的に表す事が出来る。又力は零より漸次増大して最後の大さに達するものと假定する。然らざれば構造物に衝撃を與へる事になる。

第三節 内 力 (Internal Forces)

一つの彈性固體に一つの集中荷重が作用した場合を考へるに、その力は働點のみならず、その周圍の質點にも影響を及ぼす。而して力を直接受けた質點が力の方向に自由に動かずして、周圍の質點に依つて外力の作用を妨げる。斯くの如くして茲に外力の他にその點に内力が起る。その内力は材料の粒子に彈性的移動を與へる。内力を單位面積に關して表す時これを單位應力 (Unit stress) と稱す。外力

に應じて呼び起される所の内力及び材料粒子の移動は種々の形に於いて起るのであつて、例へば縦の方向に(Longitudinally)働く外力に依つて張應力(Tensile stress)及び應壓力(Compressive stress)を生じ、剪力(Shear)及び扭力(Torsion)に依つて剪應力(Shearing stress)を生じ、又彎曲力率(Bending moment)に依つて彎曲應力(Bending stress)を生ずる。

内力を詳細に檢する爲には、その内力を計算せんとする個所にて構造物を切斷して考へる。そしてその切り取られたる部分に働く外力と切斷面に生ずる内力がお互に平衡を保つと云ふ條件から、彈性錘の場合には切斷面に對しある方向と大きさを以つて生ずる内力を、又結構の場合には切られた部材の重心軸の方向にある大きさを以つて生ずる内力を求めるわけである。

各種材料は凡べてある限度内に於ては彈性的性質を呈するのであつて、荷重の作用に依つて内力を呼び起しその結果錘及び結構部材の彈性的變形が起る。従つて荷重なき場合に於ける構造物の形は荷重せられてその變形を終へ平衡状態にある時とは異つたものである。併し實地に用ひる構造物に於ては、その彈性的變形は極めて小であるから、構造物の寸法に比し夫れを無視する事が出来るのである。

第四節 單位 (Units)

本書は主として單位には「メートル」式を用ひるが、實地に於いて英米式が使

(1) 長 さ (Length)

Meters. m.	Inches. in.	Feet. ft.
1	39.37	3.28083
0.02540	1	0.08333
0.30480	12	1

(2) 面 積 (Surface area)

m ² .	in ² .	ft ² .
1	1550.00	10.7639
0.0006452	1	0.006944
0.09290	144	1

用される事があるから、こゝに主要なる兩者の換算表を掲げる事とする。

(3) 容 積 (Volume)

dm ³ .	in ³ .	ft ³ .
1	61.0234	0.03531
0.01639	1	0.0005787
28.3170	1728	1

(4) 重 量 (Weight)

kg.	lbs.	ton. 2000 lbs.	ton. 2240 lbs.	ton. 1000 kg.
1	2.20462	0.001102	0.0009842	0.001
0.45359	1	0.00050	0.0004464	0.0004536
907.185	2000	1	0.89286	0.90719
1016.05	2240	1.12	1	1.01605

(5) 單位長に對する重量 (Weight per unit length)

gr / cm.	lbs / in.	lbs / ft.	kg / m.
1	0.005600	0.06720	-0.10
178.579	1	12	17.8579
14.8816	0.08333	1	1.48816
10	0.05600	0.67197	1

(6) 單位面積に對する重量 (Weight per unit area)

kg / cm ² .	lbs / in ² .	lbs / ft ² .	short ton / ft ² .	氣壓標準 760 mm.	水 頭	
					m.	ft.
1	14.2234	2048.17	1.02408	0.96778	10	32.8083
0.07031	1	144	0.07200	0.06804	0.70307	2.30665
0.0004882	0.006944	1	0.00050	0.0004725	0.004882	0.01602
0.97648	13.8889	2000	1	0.94502	9.76482	32.0367
1.03329	14.6969	2116.35	1.05818	1	10.3329	33.9006
0.10	1.42234	204.817	0.10241	0.09678	1	3.28083
0.03048	0.43353	62.4283	0.03121	0.02950	0.30480	1

(7) 単位容積に対する重量 (Weight per unit volume)

gr / cm ³ .	lbs / in ³ .	lbs / ft ³ .	lbs / yd ³ .	kg / m ³ .
1	0.03613	62.4283	1685.56	1000
27.6797	1	1728	46656	27679.7
0.01602	0.0005787	1	27	16.0184
0.0005933	0.00002143	0.03704	1	0.59327
0.001	0.00003613	0.06243	1.68556	1

(8) エネルギー (Energy, Work)

kg-m.	ft-lbs.	H.P.-h.	75 kg-m-h.	kw-h.
1	7.23300	0.000003653	0.000003704	0.000002724
0.13826	1	0.0000005051	0.0000005121	0.0000003766
273745	1980000	1	1.01387	0.74565
270000	1952910	0.98632	1	0.73545

(9) 工 率 (Power)

kg-m / s.	ft-lbs / s.	550 ft-lbs / s.	75 kg-m / s.	kw.
1	7.23300	0.01315	0.01333	0.009806
0.13826	1	0.001818	0.001843	0.001356
76.0404	550	1	1.01387	0.74565
75	542.475	0.98632	1	0.73545
101.979	737.612	1.34111	1.35972	1

(10) 速 度 (Velocity)

m / s.	ft / s.	miles / h.	kn ^t / h.	km / h.
1	3.28083	2.23693	1.94254	3.6
0.30480	1	0.68182	0.59209	1.09728
0.44704	1.46667	1	0.86839	1.60935
0.51479	1.68894	1.15155	1	0.85325
0.27778	0.91134	0.62137	0.53959	1

(11) 加速度 (Acceleration)

m / s ² .	ft / s ² .
1	3.28083
0.30480	1

第五節 希臘文字

希臘文字は公式に屢々用ひられる事があるから、参考の爲に茲に掲げる。

$A\alpha$	$B\beta$	$\Gamma\gamma$	$\Delta\delta$	$E\epsilon$	$Z\zeta$	$H\eta$
Alpha	Beta	Gamma	Delta	Epsilon	Zeta	Eta
$\Theta\theta$	$I\iota$	$K\kappa$	$\Lambda\lambda$	$M\mu$	$N\nu$	$\Xi\xi$
Theta	Jota	Kappa	Lambda	My	Ny	Xi
$\Pi\pi$	ρ	$\Sigma\sigma$	$T\tau$	$Y\nu$	$\Phi\phi$	χ
Pi	Rho	Sigma	Tau	Ypsilon	Phi	Chi
$\Psi\psi$						$\Omega\omega$
						Omega

練習問題 1

- (1) 外力と内力の區別を説明せよ。
- (2) 淡水 1 cub. ft. の重量は 62.43 lbs. なりと云ふ。1 cub. m. の重さは幾 kg. なるか。
答 1000 kg.
- (3) 長さ 3 ft. の鐵棒が華氏 80° 上昇したる結果 0.019296 in. 伸張したと云ふ。長さ 1 m. の鐵棒は攝氏 35° 上昇の結果幾 mm. 伸張するか。
答 0.01206 mm.
- (4) 地盤の耐負力を 2 ton / ft². (英噸) とす。m². に付き幾噸なるか。
答 21.87 t / m².
- (5) 50 miles / hour の速度は毎秒時幾 m. なるか。
答 22.35 m. / s.