

第二編

力學ノ原理

第一章

に ϕ 一とんノ動ノ三則

69. に ϕ 一とんノ動ノ三則.

第一則. 外力ニヨリテ其状態ヲ變化サル、ニアラズンバ各物體ハ其靜止又ハ等速動(第56節)ノ状態ヲ保持スベシ.

説明. 此第一則ハ次ノ三項ニ分ツコトヲ得:—

第一. 如何ナル物體モ現ニ靜止ノ状態ニアルトキハ外力之ニ加ハルニアラズンバ決シテ運動ヲ始ムルコトナシ.

第二. 如何ナル物體モ現ニ等速動ノ状態ニアルトキハ外力之ニ加ハルニアラズンバ決シテ其速度ノ大サ又ハ方向ノ何レヲモ變化セシムルコトナシ.

第三. 或ル物體ガ靜止ノ状態ヨリ運動ヲ起シ、又ハ現ニ或ル等速動ヲ以テ運動セルトキ其速度ノ大サ又ハ方向又ハ其兩方ヲ變化スルコトアルトキハ必ズ或ル外力ノ之ニ加ハレルモノアルコトヲ知リ得ベシ.

第二則. 動ノ變化ハ之ニ加ハレル力ニ比例シ且其力ノ加ハレル方向ニ於ケル一直線上ニ起ルベシ.

説明. 第二則ハ次ノ四項ニ分ツコトヲ得:—

第一. 動ノ變化トハ現時ノ意義ニ於ケル加速度ノ謂ニシテ此加速度ハ之ヲ生ズル力ニ比例シ

$$\text{力} = \text{常數} \times \text{加速度}$$

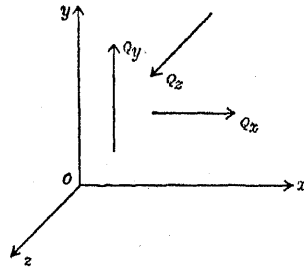
ナリ。此常數ヲ物體ノ質量ト謂フ。 Q, m, a ヲ以テソレソレニ力、質量、加速度ヲ示ストキハ

$$54) \quad Q = ma$$

ヲ得。

第二. 加速度ノ方向ハ力ノ方向ト相同ジク第41圖ノ如キ $x, y,$

第41圖



z ナル矩坐標軸ヲ取ルトキハ y, z ノ方向ニ於ケル Q_y, Q_z ノ如キ力ハ x ノ方向ニ於ケル加速度ニ影響スルコトナシ。故ニ今 x ノ方向ニ於ケル力ヲ Q_x トスルトキハ 54) 式ニヨリ

$$Q_x = ma_x = m \frac{d^2x}{dt^2}$$

ナリ。故ニ

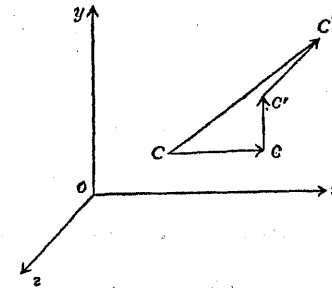
$$55) \quad Q_x = m \frac{d^2x}{dt^2}, \quad Q_y = m \frac{d^2y}{dt^2}, \quad Q_z = m \frac{d^2z}{dt^2}$$

ヲ得。

第三 第42圖ニ於テ Q_x ナル力ノ爲メニ物體 C ヨリ c ニ動キ、次ニ Q_y ナル力ノ爲メニ c ヨリ c' ニ動キ、終リニ Q_z ナル力ノ爲メニ c' ヨリ C' ニ動クトキ、 Q_x, Q_y, Q_z ナル三力同時ニ C ニ於ケル物體ニ働クモノトスルトキハ Q_x, Q_y, Q_z ハ互ニ影響スルコト能ハザルガ故ニ

此等ノ三力ハ物體ニ於ケル各自ノ勢力ヲ餘蘊ナク發揮シテ物體

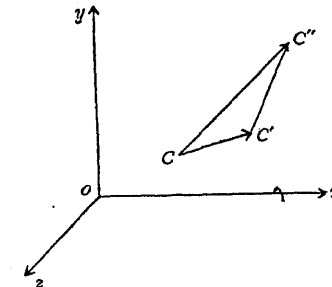
第42圖



ハ C ヨリ C' ニ動クベシ。

此理由ノ擴張ニヨリ第43圖ニ於テ物體ヲ C ヨリ C' ニ、更ニ C' ヨリ C'' ニ動かサシムルガ如キ多クノ力同時ニ C ニ於ケル物體ニ働クトキハ物體ハ C ヨリ C'' ニ動クベシ。

第43圖



第四. 一直線上ニ於ケル運動ニ於テハ第63節ノ $\rho = \infty$ ナルガ故ニ 49), 50), 54) 式ニヨリ

$$56) \quad Q = m \frac{d^2s}{dt^2} = m \frac{dv}{dt}$$

$$57) \quad Q dt = m dv$$

ヲ得.

槌又ハ流水落水等ニヨリテ起ル衝撃ノ力ニ於テハ瞬間時 dt ニ起ス速度ノ變化有限ナルガ故ニ dt ノ始メノ速度ヲ v_0 , 終リノモノヲ v トスレバ 57) 式ニヨリ

$$58) \quad Q dt = m(v - v_0)$$

ナリ.

第三則. 反力ハ常ニ動力ニ其大サ相等シク其方向相反セリ.
換言スレバ二個ノ物體ノ相互間ノ作用ハ常ニ其大サ相等シク其方向相反セリ.

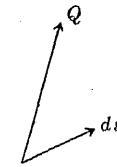
本則ニ關シテハ特ニ説明ヲ要スベキコトナシ.

70. に ϕ -とんノ動ノ三則ノ評論. 前節ニ述ベタルに ϕ -とんノ動ノ三則ハ嚴密ニ之ヲ論ズレバ論理上數多ノ缺點アルヲ免レズト雖モ古來最モ廣ク世ニ行ハレタルモノナルガ故ニ本書ニ於テハ舊慣ニ從ヒ之ヲ使用シタリ.

第 二 章 働 及 勢

71. 働. 第44圖ニ於テ ds ナル變位ヲ爲セル物體ニ Q ナル力働キ, ds ニ於ケル Q ノ分力ヲ Q_s トスルトキハ

第 44 圖



$$dW = Q_s ds$$

ヲ Q ニヨリテ爲セル働ト謂フ.

ds_q ヲ以テ ds ノ Q ニ於ケル分變位トシ, x, y, z ナル矩坐標軸ヲ取ルトキハ

$$\begin{aligned} \cos(Q, ds) &= \cos(Q, x) \cos(ds, x) + \cos(Q, y) \cos(ds, y) + \cos(Q, z) \cos(ds, z) \\ &= \frac{Q_x}{Q} \frac{dx}{ds} + \frac{Q_y}{Q} \frac{dy}{ds} + \frac{Q_z}{Q} \frac{dz}{ds} \end{aligned}$$

ナル關係ヲ利用シ

$$59) \quad \begin{cases} dW = Q_s ds \\ = Q \cos(Q, ds) ds \\ = Q ds_q \\ = Q_x dx + Q_y dy + Q_z dz \end{cases}$$

ヲ得.

72. 廻動ニヨリテ爲セル働. $d\theta_x, d\theta_y, d\theta_z$ フソレソレニ矩坐標

軸 x, y, z ニ對スル廻動角トスルトキハ 53), 59) 式ニヨリ

$$\begin{aligned} dW &= Q_x(z d\theta_y - y d\theta_z) + Q_y(x d\theta_z - z d\theta_x) + Q_z(y d\theta_x - x d\theta_y) \\ &= \begin{vmatrix} y & Q_y \\ z & Q_z \end{vmatrix} d\theta_x + \begin{vmatrix} z & Q_z \\ x & Q_x \end{vmatrix} d\theta_y + \begin{vmatrix} x & Q_x \\ y & Q_y \end{vmatrix} d\theta_z \end{aligned}$$

ナルガ故ニ 4) 式ニヨリ

$$60) \quad dW = M_x d\theta_x + M_y d\theta_y + M_z d\theta_z$$

ヲ得.

73. 活勢. m ナル質量ヲ有スル物體 v ナル大サヲ有スル速度ヲ以テ動クトキハ

$$61) \quad T = \frac{mv^2}{2}$$

ヲ其物體ノ活勢ト謂フ.

74. 定理. 或ル時間内ニ於ケル働ノ變化ハ該時間内ニ於ケル活勢ノ變化ト相等シ.

59) 式ニヨリ

$$\begin{aligned} \frac{dW}{dt} &= Q_x \frac{dx}{dt} + Q_y \frac{dy}{dt} + Q_z \frac{dz}{dt} \\ &= m \left(\frac{d^2x}{dt^2} \frac{dx}{dt} + \frac{d^2y}{dt^2} \frac{dy}{dt} + \frac{d^2z}{dt^2} \frac{dz}{dt} \right) \quad 55) \text{ 式ニヨリ} \\ &= \frac{m}{2} \frac{d}{dt} \left[\left(\frac{dx}{dt} \right)^2 + \left(\frac{dy}{dt} \right)^2 + \left(\frac{dz}{dt} \right)^2 \right] \\ &= \frac{m}{2} \frac{dv^2}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{mv^2}{2} \right) \\ &= \frac{dT}{dt} \quad 61) \text{ 式ニヨリ} \end{aligned}$$

故ニ

$$62) \quad dW = dT$$

ヲ得.

第三章 力學ノ基礎原理

75. 可能變位及可能働. 物體ノ運動ニ可能ノモノアリ不可能ノモノアリ. 例ヘバ茲ニ第45圖ノ如ク絲ノ一端ヲO點ニ於テ固定シ他端ニ球Aヲ附スルトキハ此球ハOヲ中心トシOAヲ半徑トセル球面ノ外ニ動クコト能ハズ. 此ノ如キ時ニ於テ球ノ爲シ

第45圖



得ル動ニヨリテ生ゼル變位ヲ可能變位ト謂ヒ之ニヨリテ生ズル働ヲ可能働ト謂フ.

總テノ方向ニ於テ可能變位ヲ有シ得ル物體ヲ自由物體ト謂フ.

76. 靜力學ノ原理. 物體靜止ノ状態ニアルトキ其可能働ノ微分ヲ δW トスルトキハ

$$63) \quad \delta W = 0$$

ナリ.

此原理ノ證明ハ本書ノ程度ニ於テ説クコト頗ル難キガ故ニ姑ク之ヲ假定スベシ.

例. 各點ノ比較位置不變ナル自由物體. 各點ノ比較位置不變ナル自由物體

直動及廻動ヲナシ廻動軸ノ一點ヲ坐標原點トセル矩坐標軸 x, y, z ヲ取り

$\delta x, \delta y, \delta z =$ 直動ニヨリテ生ゼル可能變位

$\delta \theta_x, \delta \theta_y, \delta \theta_z = x, y, z$ 軸ニ對スル廻動角

$M_x, M_y, M_z =$ 外力 Q ノ x, y, z 軸ニ對スル力率

トスルトキハ 59), 60), 63) 式ニヨリ

$$\delta W = \delta x \Sigma Q_x + \delta y \Sigma Q_y + \delta z \Sigma Q_z + \delta \theta_x \Sigma M_x + \delta \theta_y \Sigma M_y + \delta \theta_z \Sigma M_z = 0$$

ニシテ尙 $\delta x, \delta y, \delta z, \delta \theta_x, \delta \theta_y, \delta \theta_z$ ノ間ニ何等ノ關係ヲモ有セザルガ故ニ

$$\Sigma Q_x = 0, \quad \Sigma Q_y = 0, \quad \Sigma Q_z = 0$$

$$\Sigma M_x = 0, \quad \Sigma M_y = 0, \quad \Sigma M_z = 0$$

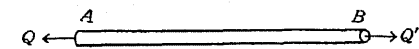
ナリ. 故ニ第21節ノ記號ヲ用ユルトキハ 5) 式及第22節ノ系ニヨリ任意ノ矩坐標軸 $x, y, z =$ 對シ

$$64) \quad \begin{cases} \mathfrak{R}_x = 0, & \mathfrak{R}_y = 0, & \mathfrak{R}_z = 0 \\ \mathfrak{M}_x = 0, & \mathfrak{M}_y = 0, & \mathfrak{M}_z = 0 \end{cases}$$

ヲ得.

77. 内力、應力及外力. 第46圖ノ如キ繩 $AB = Q, Q'$ ナル二カヲ加ヘ繩靜止ノ状態ニアルトキハ 64) 式ニヨリ

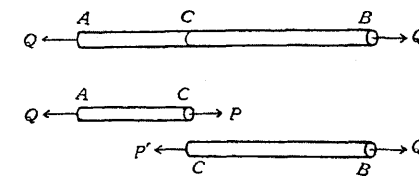
第46圖



$$Q - Q' = 0 \quad \text{即} \quad Q = Q'$$

ナルベシ. 第47圖ノ如ク繩 AB ヲ任意ニ其中途 $C =$ 於テ切斷シ其斷口 $C =$ 於テ Q 又ハ Q' ト同ジ大サヲ有セル P, P' カヲ加フル

第47圖



トキハ AC, CB ハ各静止ノ状態ニアルベシ。此ノ如キ P, P' カハ第46圖ノ AB 繩ニ於テ之ヲ構成セル各分子ノ抵抗力トシテ實在シ其各ヲ 内力 又ハ 應力 ト稱シ之ニ對シテ Q, Q' ノ如キカヲ各 外力 ト謂フ。

應力ハ常ニ其大サ相等シク其方向相反セル一對ヲナシテ存在セリ。而シテ應力ハ實ニ C ノ如キ斷面ニ働ケル面力ニシテ其強度ヲ 應力強度 ト謂ヒ、面力ニ關シテ第一編第四章ニ説ケルモノハ亦總テ之ヲ應力ニ適用スルコトヲ得ベシ。

78. 公理 1. 静止ノ状態ニ於ケル物體ヲ任意ノ斷面ニテ任意ノ數ノ部分ニ分チ其任意ノ一部分ヲ取リテ其斷面ニ於ケル應力ヲ此部分ニ對シテ外力ナリト考フルトキハ該一部分ハ亦静止ノ状態ニアリ。

此公理ハ要スルニ一面ヨリ觀タル物體ナル觀念ノ説明タルニ過キズシテ次節ノ公理 2 ト相俟テ工業力學ノ殆ンド全部ノ基礎ヲナセルモノナリ。前節ニ掲ゲタル説明ハ實ニ此公理及次節ノ公理 2 ノ一ノ適例ナリ。

79. 公理 2. 静止ノ状態ニ於ケル物體ヲ任意ノ斷面ニテ任意ノ數ノ部分ニ分ツトキハ其任意ノ一部分ハ各點ノ比較位置不變ニシテ静止ノ状態ニアルモノト考フルコトヲ得ベシ。