

本表は桁の中心に於て桁が安全に支へ得べき最大荷重を示めすと雖も桁の全部に満載したる荷重のときは全部荷重の半數を桁の中心にあるものと見做すべし

○例題

例へば茲に徑間九尺巾十二尺の石橋を架せんとするに假に十二個の花崗石より成立するものとし其幅を各々一尺とし毎桁の厚を定めんとせば先づ其石桁の受くる荷重を知らざる可らず内務省道路規則に依り平一坪に四百貫目を満載するものとすれば毎桁の受くる全荷重は實に有貫目なり即其半數五十貫を桁の中心にあるものとし其幅一なれば每一寸に付き實に五貫目の荷重なり之を表に照らすに厚五寸に該當す即本桁は幅一尺厚五寸にして平一坪に四百貫目の荷重を安全に積載するを得べし而して石材の全長ハ徑間より一割五分乃至二割長きを用ゆべし

● 桁構應力論

第一款 桁構 (Truss) 總論

鐵針又は鐵釘等を以て結合せられたる變形す可らざる結構体を云ふ其最も簡単なるものは三角形なり三角形ハ其邊の長を變するにあらざれば決して其形を變する能はざる一種の桁構にして凡そ何れの結構ど雖も苟も過要の材片を有せざる以上は結構の錯雜奈何に拘はらず皆以て三角形の集合体と見做すを得へし

第二款 外力及應力 外力とは重量激動、風力、雪等凡て結構の外面より刺擊する力を云ひ應力とは此等の外力に應する爲めに結構内に必要な力を云ふ故に外力は應力の根元にして外力ありて始めて結構の應力を算定するを得へし而して外力は常に已知數にして以下の

章に於ては専ら此等外力に應する内力を論せんとする。

第三款 今此等應力を大別して張力 (Tension) 壓力 (Compression) 及剪力 (Shearing) の三種とす。

應張力に於ては外力か必ず材片の軸中に在て働き其分子をして平行線に於て互に隔離せしむる傾向あるときの應力を云ふ。

應壓力に於ては外力か材片の分子をして平行線に於て互に接近せしむる傾向あるときの應力を云ふ。

應剪力に於ては二個の外力か相互に平行に且材片の軸に直角に働き其方向は正反對にして相接近したる二個の點に於て各々相働くときの應力を云ふ。

第四款 以上屢々用ひたる材片 (Piece) ある語辭は一個の材料の謂にして其長か幅及厚の寸法に比して割合に大なるものを云ふ而して材片ハ其要する所の應力の種類に由て其名を異にする一般に應壓力を

要するもの之を支柱 (Strut) と云ひ支柱の直立せるもの之を支柱 (Post) と名づく一般に應張力を要するもの之と繫梁 (Tie) と云ふ。

第五款 桁構の腹材を斜柱材 (Brace) と云ひ其上下にある突縁材を臥材 (Chord) と云ふ斜柱材と臥材との交切點を頭點 (Apex) と名づ二個の頭點間にある臥材の部分を格間 (Bay) 或は (Panel) と稱す。

第六款 定義 凡そ結構の安定度を攻究する在ゆる方法は左の二定義の一に基かざる可らず之を名づけて靜力學平衡の定義と云ふ

第一 敷個の力をして總て同平面にあらしめ且同一點に於て働くかしめ或は同一固体の敷點に於て働くかしめ其力能く自ら平衡を保持するときは其方向の如何を問はず一方向に於ける總分力の代數學上の和は零ありとす換言すれば一方向に於て運動を惹起さんとする總分力の和は正に之と反対の方向に運動を惹起さんとする總分力の和に等しき之を名づけて

力の分解の定義と云ふ

第二 數個の力をして總て同一平面にあらしめ且同一點に於て働かしめ或は同一固体の數點に於て働くかしめ其力能く自ら平衡を保持するときは此等の力が形つくる平面中的一點を基點として定めたる力率の代數學上の和は零ありとす換言すれば一方向に向て廻旋を惹起さんとする力率の和は他の方向に向て廻旋を惹起さんとする力率の和に等しきものとす之を名づけて力率平衡の定義と云ふ

第七款 力率 (Moment) とは力と其挺率との畢を云ふ力の挺率とは力率の中心たるへき一定點より力の方向に至る最短距離を云ふ即ち凡そ力は方向を有するが故に該點より力の方向線に直角に垂れたる線の長を挺率と云ふなり

第八款 過要の材片 今假に桁構を二部に切斷せしものと見做す

ときは此の桁構にして其切斷せざる以前に能く外力の平衡を保持せしなれば其切斷せる各材片にある應力は亦必ず切斷前に二部分の各材片に働きつゝありし外力をして共に能く平衡を保持せしめしに相異あきは言を俟して明かなり然らば其方向の如何に拘らず各外力と及び切斷せる各材片にある應力とを垂直及び水平の分力に別々に分解するを得へし即ち

- 第一 總垂直分力の代數學上の和は零あり
- 第二 總水平分力の代數學上の和は零なり
- 第三 力の平面中にある一點に關し力率の代數學上の和は零なり

以上の三件は則ち働きつゝある力の間に三個の規約方程式を與ふへし若し單に此等三個の力のみか未知數なるときは此等の方程式にて之を算定するは容易の業なりと雖も若し三個以上の未知數あるときは之を算定する能はざるなり他なし規約方程式の數より多數の未

知數あれはあり故に若し夫れ一平面を以て結構を切斷するに當り三個以上の材片を切斷するにあらざれば之を二部に分解する能はざる場合に於て其三個に働きつゝある應力のみが未知數なるのみあらず尙他に未知數あるときは之を未解の問題とす換言すれば結構は過要の材片を有するものとす今算式を以て之を示せんに M を以て安定度を保持するに正に必要の材片の數をシラバを以て頭點の數とするときは

$$m = 2(n - 2) + 1 = 2n - 3$$

而して若し夫れ材片の數 $2n - 3$ より過多なるときは其剩餘の數は結構の堅硬を保持するに必要ななるなり又材片の數にして $2n - 3$ に及ばざるときは結構は材片の長を變せずして能く其形を變すへし故に決して堅硬ならず

第九款 前款説く所の二大定義は應力計算上に於て力の分解を以

てする法及力率を以てする法の二種の算法を備ふへし而して此の二算法に又代數學上及圖算上の二解あり乃ち

第一 力の分解法

(甲) 圖算上の解

(乙) 代數學上の解

第二 力率法

(丙) 代數學上の解

(丁) 圖算上の解

以上四種の解は結構の種類如何に由て撰定すべきものにして何れを採用するも同結果を與ふべきなれども唯之か解を爲すに當り容易に結果を與ふるものと非常の手數を煩はすものとの區別あり時に或は両法を兼用して便利なる場合勘しとせず請ふ後章掲くる所の例解に由て覺知する所われ

第十款 規約の定則 本論に入るに先ち桁構の應力を攻究するに規約し置くべき二三の定則あり左に之を列記す

第一 桁構の一頭點に働く所の總ての力は共に以て力の一系を組織し平衡を保持するものとす

第二 平等に分配されたる重量ハ頭點に集合せる幾個の重量に分割するを得べし是れ實地に應用して大誤差を見されはなり而して一頭點の支ゆべき重量は其接近せる半格間(桁構両端を除くの外は)にある重量の和に等しきものとす

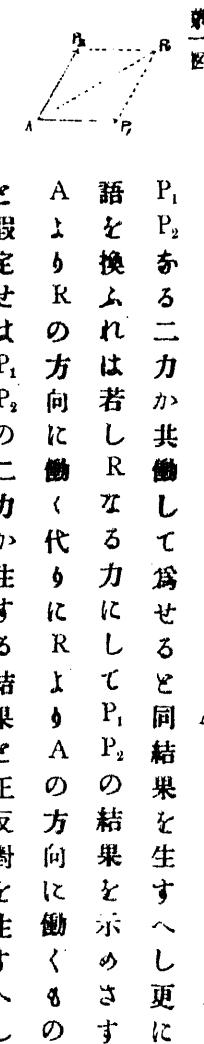
第三 一臥材或は一斜柱材にある應力は其長全体を貫きて不同なるものとす而して其方向は必ず材片の長を通じて働くものとす

第四 一臥材或は一斜柱材にして同時に應張力と應壓力とを受くる能はす

第二章 力の分解法

第一節 圖算上の解に必要の原理

第十一款 力の書法 凡そ力を圖上に書するに必要なる三件あり



其動點、其方向、其大小はあり此の三件は一直線を以て圖上に表はすを得べし即ち尺度を以て書ける線の長は力の大小を示し該線の一端は其動點を示めし該點より該線の方向は即ち力の働くべき方向を示めす

以下の章に於て研究する所の力は總て同平面に働きを爲すものとす

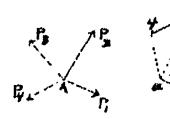
第十二款 茲に $P_1 P_2$ の二力あり其大小と方向は $AP_1 AP_2$ (第一圖)ある線を以て之を示めし其共動點は A なりとす然るときは圖上點線を以て書ける如く平行方形の對角線は此二力の結果たる方向及大小を示めすものなり換言すれば A 點に於て AR ある一力を用ゆれば $P_1 P_2$ ある二力が共動して爲せると同結果を生すへし更に語を換ふれば若し R なる力にして $P_1 P_2$ の結果を示めさす A より R の方向に働く代りに R より A の方向に働くものと假定せば $P_1 P_2$ の二力が生ずる結果と正反対を生すへし

故に若し $P_1 P_2 R$ 三力共に A 點に働き而して R は R より A の方向に働くときは即ち此三力は共に平衡を保持するものなり

第十三款 外力圖、外力多邊形

茲に $P_1 P_2 P_3 R$ の四力あり其に A 點(第二圖)に於て働く者とす甲圖は之を外力圖と名づく今外力圖に示せる各力に平行して且各々其大小に等しき線を測畫すへし即ち a_1 は P_1 に平行し尺度にて其大小に等しきものとす a_1 の前端より P_2 に平行し且之に等しき a_2 を書くへし

第二圖



くへし a_2 の前端より P_3 に平行し且之に等しき a_3 を書くへし a_3 の前端より P_4 に平行し且之に等しき a_4 を書くへし a_4 の前端より A 點に平行し且之に等しき a_1 を書くへし a_1 は $a_2 a_3 a_4$ なる多邊形(乙圖)を得へし之を名づけて外力多邊形と云ふ a_2 ある對角線は 1 及 2 の結果にして a_3 は 1 2 3 の結果而して a_4 は 1 2 3 4 の結果なり

(注意) 爰に注意すべき件あり a_4 ある結果は働く點 A に於て働きを爲し

而して其方向は a より 4 に至ると見做すときは即ち 1 2 3 4 の四力が共働すると同結果を生する a_4 なる單一の力なれども平衡を保持するに必要なる方向は全く之に反対の方向即ち外力多邊形を一周して得る所の 4 より a に至る方向と知るへし換言すれば外力圖(甲圖)の A 點に働くべき一力は之が平衡を保持せん爲めには外力多邊形(乙圖)に依て得る如く 4 より a の方向に働くものと見做すへし然らざれば平衡を保持する所の力系を得る能はざるなり

若し夫れ力をして總て平行ならしめは其力圖は第三圖(甲)に於ける如く一直線を爲すへし茲に $P_1 P_2 P_3$ ある三力あり總て垂直に A なる同一點に於て働くものとす然らば其外力多邊形亦一直線にして乙圖に書ける如し a_1 は下方に向ひ P_1 に等し a_2 は P_2 に等しくして亦下方に向ひ a_1 の前端に接續す而して a_3 は P_3 に等しく上方に向ふ依て外力多邊形を一

周すへき殘線は $3a$ にして總力の結果は之か代數學上の和即ち $P_1 + P_2$
 $+ P_3$ なり乙圖の $a_1 a_2 a_3$ なる線は尙多邊形即復線と見做すへし然ら
 は初め a より 1 に進み 1 より 2 に 2 より 3 に而して其結果たる $3a$ は
 平衡を保持するには上方に向はざるを得ざるなり

第十四款 力又は材片の命名法 本論に於て圖算上通用する所の

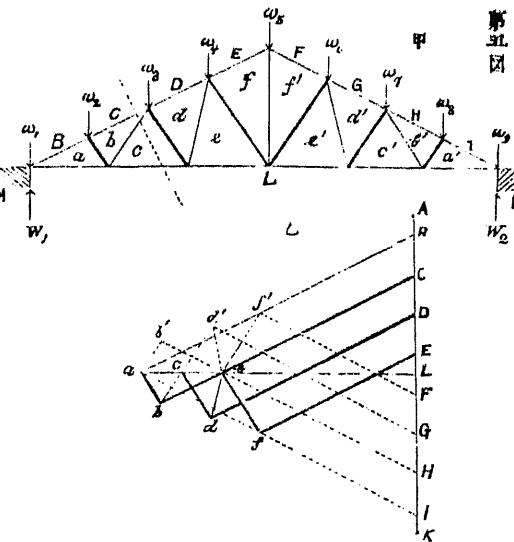
第四圖

力又は材片の命名法は左の便法を採用す

<img alt="Diagram showing a polygonal frame structure with various points labeled P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P18, P19, P20, P21, P22, P23, P24, P25, P26, P27, P28, P29, P30, P31, P32, P33, P34, P35, P36, P37, P38, P39, P40, P41, P42, P43, P44, P45, P46, P47, P48, P49, P50, P51, P52, P53, P54, P55, P56, P57, P58, P59, P60, P61, P62, P63, P64, P65, P66, P67, P68, P69, P70, P71, P72, P73, P74, P75, P76, P77, P78, P79, P80, P81, P82, P83, P84, P85, P86, P87, P88, P89, P90, P91, P92, P93, P94, P95, P96, P97, P98, P99, P100, P101, P102, P103, P104, P105, P106, P107, P108, P109, P110, P111, P112, P113, P114, P115, P116, P117, P118, P119, P120, P121, P122, P123, P124, P125, P126, P127, P128, P129, P130, P131, P132, P133, P134, P135, P136, P137, P138, P139, P140, P141, P142, P143, P144, P145, P146, P147, P148, P149, P150, P151, P152, P153, P154, P155, P156, P157, P158, P159, P160, P161, P162, P163, P164, P165, P166, P167, P168, P169, P170, P171, P172, P173, P174, P175, P176, P177, P178, P179, P180, P181, P182, P183, P184, P185, P186, P187, P188, P189, P190, P191, P192, P193, P194, P195, P196, P197, P198, P199, P200, P201, P202, P203, P204, P205, P206, P207, P208, P209, P210, P211, P212, P213, P214, P215, P216, P217, P218, P219, P220, P221, P222, P223, P224, P225, P226, P227, P228, P229, P230, P231, P232, P233, P234, P235, P236, P237, P238, P239, P240, P241, P242, P243, P244, P245, P246, P247, P248, P249, P250, P251, P252, P253, P254, P255, P256, P257, P258, P259, P259, P260, P261, P262, P263, P264, P265, P266, P267, P268, P269, P270, P271, P272, P273, P274, P275, P276, P277, P278, P279, P280, P281, P282, P283, P284, P285, P286, P287, P288, P289, P289, P290, P291, P292, P293, P294, P295, P296, P297, P298, P299, P299, P300, P301, P302, P303, P304, P305, P306, P307, P308, P309, P309, P310, P311, P312, P313, P314, P315, P316, P317, P318, P319, P319, P320, P321, P322, P323, P324, P325, P326, P327, P328, P329, P329, P330, P331, P332, P333, P334, P335, P336, P337, P338, P339, P339, P340, P341, P342, P343, P344, P345, P346, P347, P348, P349, P349, P350, P351, P352, P353, P354, P355, P356, P357, P358, P359, P359, P360, P361, P362, P363, P364, P365, P366, P367, P368, P369, P369, P370, P371, P372, P373, P374, P375, P376, P377, P378, P379, P379, P380, P381, P382, P383, P384, P385, P386, P387, P388, P388, P389, P389, P390, P391, P392, P393, P394, P395, P396, P397, P398, P398, P399, P399, P400, P401, P402, P403, P404, P405, P406, P407, P408, P408, P409, P409, P410, P411, P412, P413, P414, P415, P416, P417, P418, P419, P419, P420, P421, P422, P423, P424, P425, P426, P427, P428, P429, P429, P430, P431, P432, P433, P434, P435, P436, P437, P438, P438, P439, P439, P440, P441, P442, P443, P444, P445, P446, P447, P448, P448, P449, P449, P450, P451, P452, P453, P454, P455, P456, P457, P458, P458, P459, P459, P460, P461, P462, P463, P464, P465, P466, P467, P468, P468, P469, P469, P470, P471, P472, P473, P474, P475, P476, P477, P478, P478, P479, P479, P480, P481, P482, P483, P484, P485, P486, P487, P488, P488, P489, P489, P490, P491, P492, P493, P494, P495, P496, P497, P498, P498, P499, P499, P500, P501, P502, P503, P504, P505, P506, P507, P508, P508, P509, P509, P510, P511, P512, P513, P514, P515, P516, P517, P518, P519, P519, P520, P521, P522, P523, P524, P525, P526, P527, P528, P528, P529, P529, P530, P531, P532, P533, P534, P535, P536, P537, P538, P538, P539, P539, P540, P541, P542, P543, P544, P545, P546, P547, P548, P548, P549, P549, P550, P551, P552, P553, P554, P555, P556, P557, P558, P558, P559, P559, P560, P561, P562, P563, P564, P565, P566, P567, P568, P568, P569, P569, P570, P571, P572, P573, P574, P575, P576, P577, P578, P578, P579, P579, P580, P581, P582, P583, P584, P585, P586, P587, P588, P588, P589, P589, P590, P591, P592, P593, P594, P595, P596, P597, P598, P598, P599, P599, P600, P601, P602, P603, P604, P605, P606, P607, P608, P608, P609, P609, P610, P611, P612, P613, P614, P615, P616, P617, P618, P619, P619, P620, P621, P622, P623, P624, P625, P626, P627, P628, P628, P629, P629, P630, P631, P632, P633, P634, P635, P636, P637, P638, P638, P639, P639, P640, P641, P642, P643, P644, P645, P646, P647, P648, P648, P649, P649, P650, P651, P652, P653, P654, P655, P656, P657, P658, P658, P659, P659, P660, P661, P662, P663, P664, P665, P666, P667, P668, P668, P669, P669, P670, P671, P672, P673, P674, P675, P676, P677, P678, P678, P679, P679, P680, P681, P682, P683, P684, P685, P686, P687, P688, P688, P689, P689, P690, P691, P692, P693, P694, P695, P696, P697, P698, P698, P699, P699, P700, P701, P702, P703, P704, P705, P706, P707, P708, P708, P709, P709, P710, P711, P712, P713, P714, P715, P716, P717, P718, P719, P719, P720, P721, P722, P723, P724, P725, P726, P727, P728, P728, P729, P729, P730, P731, P732, P733, P734, P735, P736, P737, P738, P738, P739, P739, P740, P741, P742, P743, P744, P745, P746, P747, P748, P748, P749, P749, P750, P751, P752, P753, P754, P755, P756, P757, P758, P758, P759, P759, P760, P761, P762, P763, P764, P765, P766, P767, P768, P768, P769, P769, P770, P771, P772, P773, P774, P775, P776, P777, P778, P778, P779, P779, P780, P781, P782, P783, P784, P785, P786, P787, P788, P788, P789, P789, P790, P791, P792, P793, P794, P795, P796, P797, P798, P798, P799, P799, P800, P801, P802, P803, P804, P805, P806, P807, P808, P808, P809, P809, P810, P811, P812, P813, P814, P815, P816, P817, P818, P819, P819, P820, P821, P822, P823, P824, P825, P826, P827, P828, P828, P829, P829, P830, P831, P832, P833, P834, P835, P836, P837, P838, P838, P839, P839, P840, P841, P842, P843, P844, P845, P846, P847, P848, P848, P849, P849, P850, P851, P852, P853, P854, P855, P856, P857, P858, P858, P859, P859, P860, P861, P862, P863, P864, P865, P866, P867, P868, P868, P869, P869, P870, P871, P872, P873, P874, P875, P876, P877, P878, P878, P879, P879, P880, P881, P882, P883, P884, P885, P886, P887, P888, P888, P889, P889, P890, P891, P892, P893, P894, P895, P896, P897, P897, P898, P898, P899, P899, P900, P901, P902, P903, P904, P905, P906, P907, P908, P908, P909, P909, P910, P911, P912, P913, P914, P915, P916, P917, P918, P919, P919, P920, P921, P922, P923, P924, P925, P926, P927, P928, P928, P929, P929, P930, P931, P932, P933, P934, P935, P936, P937, P938, P938, P939, P939, P940, P941, P942, P943, P944, P945, P946, P947, P948, P948, P949, P949, P950, P951, P952, P953, P954, P955, P956, P957, P958, P958, P959, P959, P960, P961, P962, P963, P964, P965, P966, P967, P968, P968, P969, P969, P970, P971, P972, P973, P974, P975, P976, P977, P978, P978, P979, P979, P980, P981, P982, P983, P984, P985, P986, P987, P987, P988, P988, P989, P989, P990, P991, P992, P993, P994, P995, P996, P997, P997, P998, P998, P999, P999, P1000, P1001, P1002, P1003, P1004, P1005, P1006, P1007, P1008, P1008, P1009, P1009, P1010, P1011, P1012, P1013, P1014, P1015, P1016, P1017, P1018, P1019, P1019, P1020, P1021, P1022, P1023, P1024, P1025, P1026, P1027, P1028, P1028, P1029, P1029, P1030, P1031, P1032, P1033, P1034, P1035, P1036, P1037, P1038, P1038, P1039, P1039, P1040, P1041, P1042, P1043, P1044, P1045, P1046, P1047, P1048, P1048, P1049, P1049, P1050, P1051, P1052, P1053, P1054, P1055, P1056, P1057, P1058, P1058, P1059, P1059, P1060, P1061, P1062, P1063, P1064, P1065, P1066, P1067, P1068, P1068, P1069, P1069, P1070, P1071, P1072, P1073, P1074, P1075, P1076, P1077, P1078, P1078, P1079, P1079, P1080, P1081, P1082, P1083, P1084, P1085, P1086, P1087, P1087, P1088, P1088, P1089, P1089, P1090, P1091, P1092, P1093, P1094, P1095, P1096, P1097, P1097, P1098, P1098, P1099, P1099, P1100, P1101, P1102, P1103, P1104, P1105, P1106, P1107, P1108, P1108, P1109, P1109, P1110, P1111, P1112, P1113, P1114, P1115, P1116, P1117, P1118, P1118, P1119, P1119, P1120, P1121, P1122, P1123, P1124, P1125, P1126, P1127, P1128, P1128, P1129, P1129, P1130, P1131, P1132, P1133, P1134, P1135, P1136, P1137, P1138, P1138, P1139, P1139, P1140, P1141, P1142, P1143, P1144, P1145, P1146, P1147, P1148, P1148, P1149, P1149, P1150, P1151, P1152, P1153, P1154, P1155, P1156, P1157, P1158, P1158, P1159, P1159, P1160, P1161, P1162, P1163, P1164, P1165, P1166, P1167, P1168, P1168, P1169, P1169, P1170, P1171, P1172, P1173, P1174, P1175, P1176, P1177, P1178, P1178, P1179, P1179, P1180, P1181, P1182, P1183, P1184, P1185, P1186, P1187, P1187, P1188, P1188, P1189, P1189, P1190, P1191, P1192, P1193, P1194, P1195, P1196, P1197, P1197, P1198, P1198, P1199, P1199, P1200, P1201, P1202, P1203, P1204, P1205, P1206, P1207, P1208, P1208, P1209, P1209, P1210, P1211, P1212, P1213, P1214, P1215, P1216, P1217, P1218, P1218, P1219, P1219, P1220, P1221, P1222, P1223, P1224, P1225, P1226, P1227, P1228, P1228, P1229, P1229, P1230, P1231, P1232, P1233, P1234, P1235, P1236, P1237, P1238, P1238, P1239, P1239, P1240, P1241, P1242, P1243, P1244, P1245, P1246, P1247, P1248, P1248, P1249, P1249, P1250, P1251, P1252, P1253, P1254, P1255, P1256, P1257, P1258, P1258, P1259, P1259, P1260, P1261, P1262, P1263, P1264, P1265, P1266, P1267, P1268, P1268, P1269, P1269, P1270, P1271, P1272, P1273, P1274, P1275, P1276, P1277, P1278, P1278, P1279, P1279, P1280, P1281, P1282, P1283, P1284, P1285, P1286, P1287, P1287, P1288, P1288, P1289, P1289, P1290, P1291, P1292, P1293, P1294, P1295, P1296, P1297, P1297, P1298, P1298, P1299, P1299, P1300, P1301, P1302, P1303, P1304, P1305, P1306, P1307, P1308, P1308, P1309, P1309, P1310, P1311, P1312, P1313, P1314, P1315, P1316, P1317, P1318, P1318, P1319, P1319, P1320, P1321, P1322, P1323, P1324, P1325, P1326, P1327, P1328, P1328, P1329, P1329, P1330, P1331, P1332, P1333, P1334, P1335, P1336, P1337, P1338, P1338, P1339, P1339, P1340, P1341, P1342, P1343, P1344, P1345, P1346, P1347, P1348, P1348, P1349, P1349, P1350, P1351, P1352, P1353, P1354, P1355, P1356, P1357, P1358, P1358, P1359, P1359, P1360, P1361, P1362, P1363, P1364, P1365, P1366, P1367, P1368, P1368, P1369, P1369, P1370, P1371, P1372, P1373, P1374, P1375, P1376, P1377, P1378, P1378, P1379, P1379, P1380, P1381, P1382, P1383, P1384, P1385, P1386, P1387, P1387, P1388, P1388, P1389, P1389, P1390, P1391, P1392, P1393, P1394, P1395, P1396, P1397, P1397, P1398, P1398, P1399, P1399, P1400, P1401, P1402, P1403, P1404, P1405, P1406, P1407, P1408, P1408, P1409, P1409, P1410, P1411, P1412, P1413, P1414, P1415, P1416, P1417, P1418, P1418, P1419, P1419, P1420, P1421, P1422, P1423, P1424, P1425, P1426, P1427, P1428, P1428, P1429, P1429, P1430, P1431, P1432, P1433, P1434, P1435, P1436, P1437, P1438, P1438, P1439, P1439, P1440, P1441, P1442, P1443, P1444, P1445, P1446, P1447, P1448, P1448, P1449, P1449, P1450, P1451, P1452, P1453, P1454, P1455, P1456, P1457, P1458, P1458, P1459, P1459, P1460, P1461, P1462, P1463, P1464, P1465, P1466, P1467, P1468, P1468, P1469, P1469, P1470, P1471, P1472, P1473, P1474, P1475, P1476, P1477, P1478, P1478, P1479, P1479, P1480, P1481, P1482, P1483, P1484, P1485, P1486, P1487, P1487, P1488, P1488, P1489, P1489, P1490, P1491, P1492, P1493, P1494, P1495, P1496, P1497, P1497, P1498, P1498, P1499, P1499, P1500, P1501, P1502, P1503, P1504, P1505, P1506, P1507, P1508, P1508, P1509, P1509, P1510, P1511, P1512, P1513, P1514, P1515, P1516, P1517, P1518, P1518, P1519, P1519, P1520, P1521, P1522, P1523, P1524, P1525, P1526, P1527, P1528, P1528, P1529, P1529, P1530, P1531, P1532, P1533, P1534, P1535, P1536, P1537, P1538, P1538, P1539, P1539, P1540, P1541, P1542, P1543, P1544, P1545, P1546, P1547, P1548, P1548, P1549, P1549, P1550, P1551, P1552, P1553, P1554, P1555, P1556, P1557, P1558, P1558, P1559, P1559, P1560, P1561, P1562, P1563, P1564, P1565, P1566, P1567, P1568, P1568, P1569, P1569, P1570, P1571, P1572, P1573, P1574, P1575, P1576, P1577, P1578, P1578, P1579, P1579, P1580, P1581, P1582, P1583, P1584, P1585, P1586, P1587, P1587, P1588, P1588, P1589, P1589, P1590, P1591, P1592, P1593, P1594, P1595, P1596, P1597, P1597, P1598, P1598, P1599, P1599, P1600, P1601, P1602, P1603, P1604, P1605, P1606, P1607, P1608, P1608, P1609, P1609, P1610, P1611, P1612, P1613, P1614, P1615, P1616, P1617, P1618, P1618, P1619, P1619, P1620, P1621, P1622, P1623, P1624, P1625, P1626, P1627, P1628, P1628, P1629, P1629, P1630, P1631, P1632, P1633, P1634, P1635, P1636, P1637, P1638, P1638, P1639, P1639, P1640, P1641, P1642, P1643, P1644, P1645, P1646, P1647, P1648, P1648, P1649, P1649, P1650, P1651, P1652, P1653, P1654, P1655, P1656, P1657, P1658, P1658, P1659, P1659, P1660, P1661, P1662, P1663, P1664, P1665, P1666, P1667, P1668, P1668, P1669, P1669, P1670, P1671, P1672, P1673, P1674, P1675, P1676, P1677, P1678, P1678, P1679, P1679, P1680, P1681, P1682, P1683, P1684, P1685, P1686, P1687, P1687, P1688, P1688, P1689, P1689, P1690, P1691, P1692, P1693, P1694, P1695, P1696, P1697, P1697, P1698, P1698, P1699, P1699, P1700, P1701, P1702, P1703, P1704, P1705, P1706, P1707, P1708, P1708, P1709, P1709, P

めす如く w_1 w_2 等なる重量を順
次に測畫し A B C D より K に
至る線を得へし而して桁構の
両端に於ける抵抗力は一は K
より L に至り一は L より A に
至り始めて一の力系を得是即
ち外力多邊形にして此例に於
ては直線とす換言すれば複線
にして初め A より K に至り終
りに K より A に至るなり

乃て之より應力圖を書き以て是等外力の爲めに生する各材片の應力
を測定すへし規約定則第一條に依り一頭點に働く所の各材片の應力
は該點に於る外力と共に以て一の力系を成し平衡を保持するか故に



第五圖

今是等の力に平行して尺度を以て測畫せる線は多邊形を一周すへき
ものとす

故に若し夫れ一頭點に於て二個の力の外は總て已知の力とすれば此
の二個の未知力にして其方向の已定なる以上は直に其大小を知るを
得へし其法は單に其已定の方向に平行線を書き已知力の作れる未完
全の多邊形を完全ならしむるにあり例せば第五圖の左端に於て w_1 即
AB なる外力は已知數にして下方に向ひ働きを爲し B_a 及 L_a なる材片に働く
力は各々未知數にして以上の四力は以て桁構の左端たる頭點に於て
平衡を保持するか故に此等四力は則ち一周すへき完全の多邊形を畫
くを得へきものとす

既に外力多邊形に於て AB なる重量と LA なる抵抗力とは之を畫けり然
らば B_a 及 L_a なる材片の應力は單に B 及 L を通ふして之に平行線を畫

くに在り得る所の線 aB 及 aL は則ち同尺度を以て測定すれば此等應力の大小なり之を名づけて應力圖と云ふ應力圖の畫法を明瞭ならしむる爲め更に次の上部頭點に進み説明すへし此の頭點に於ては Ba なる材片の應力今や已知數にして BC なる重量亦已知數なれば唯二個の未知數あり即ち ab 及 Cb ある材片の應力是なり然るに今創畫せる應力圖に於ては己に Ba 及 BC を測畫せり故に C 及 a を貫通して ab 及 Cb に各々平行線を畫けば即ち此等應力を得へきあり

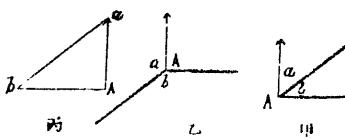
更に進て第一の下部頭點に移るへし此點に於ては La 及 ab は已知數にして ba 及 Lc は未知數なり故に L 及 b を貫通して Lc 及 bc に平行したる線を應力圖に畫くへし得る所の完全多邊形は $[aLc]$ なり

第十六款 應力の性質 應力の性質を檢定するとは其力の大小を測定するに次て大必要の者とす茲に第六圖(甲)に示めす如く A なる點に於て上方に向て働く Aa なる力あり而して此の力は A ある同一點に

於て働きつゝある ab 及 Ab なる二個の材片中の應力を依て平衡を保持するものとす然るときは此等三個の力は丙圖に示す如く一周を全ムして以て一個の完全の應力多邊形を作るへし(甲乙兩圖ともに應力)乃ち最初 Aa の示す方向(上方)に従ひ此の多邊形を一周すへし是に於て發見するものは ab に於る應力は平衡を保持する爲めには a

よりの方向に働きつゝあることはなるべく之を甲乙兩圖に移すに該力は ab なる材片ありて始めて能く A 點に於て働きを爲すを得へし故に該力にして甲圖に於る如く働きを要すと知るへし Ab なる材片に於るも亦然り應力多邊形は Ab に於る應力よりより A に即ち左より右に至るを示す故に之を甲乙兩圖に照すに兩圖共に働きより遠さかり

第六圖



つあるを以て何れも應張力を要すへし依て應力の性質を検定する規則を定むる左の如し

應力多邊形の示す方向に従ひ多邊形を一周し其方向を検定せんとする頭點に移すへし若し材片に要する應力か該頭點より遠さかりつゝあれば其材片には應張力を要し若し該頭點に近寄りつゝあれば其材には應壓力を要すへし

今此の規則を第五圖に應用し更に説明を下たすへし先づ最初左端よりすべし爰に抵抗力は上方に向て働くを知りABなる重量は下方に向て働くを知る而してBa及Laにある應力と共に平衡を保持す故に第五圖乙の應力多邊形を一周すへき力の方向は初めLよりAに上りAよりBに下り順次Bよりaに行き而して終りにaよりLに戻るものとす然らばBa及aLにある應力の方向はBaは右より左に向ひaLは左より右に向ふを知る之を甲圖の桁構に移すにBaの應力は今攻究しつゝあり

る其頭點(即桁構)に近寄りつゝある故に應壓力を要すへし而してaLの應力は其頭點より遠さかりつゝある故に應張力を要すへし

更に次の上部頭點に就き説明すへし爰にBCある重量は下方に向ひ働くを以て之を乙の應力圖に照らすにBよりCに下りCよりaに至りよりaに至りaより再びBに戻るものとす之を桁構に移すにaBの應力はaよりBに向ふ故に今攻究しつゝある其頭點に近寄りつゝあるを知る依て之に要する力は應壓力なり即義きに檢定せしものと同性質とす而してCbの方向亦該頭點に向ふ故に之に要する力は亦應壓力なりaの方向亦該頭點に近寄りつゝあれば是亦應壓力を要するなり

更に進て次の下部頭點に就き説明すへし之に於ては一の外力を見すと雖も義きにLaに要する力は應張力なるとを檢定せり然らば該力は今攻究せんとする頭點より遠さかりつゝあるを要す之を應力圖に照

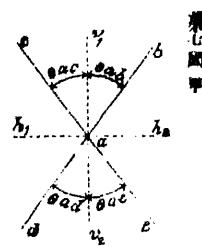
らすに L より a に向ふものとす而して a より b に、b より c に、c より再び L に戻るへし然らば ab は該頭點に向ふ故に應張力を要す即ち曩きに檢定せしものと同性質なり而して bc 及 cL は何れも該頭點より遠かりつゝわれは應張力を要するなり

以上の説明は此の規則の應用を了解せしむるに足るへしと信す以下の點に就て説明を附せず讀者幸ひに他の頭點に就き自ら試む所あるへし乙圖に於ては肥線を以て應張力を示し瘠線を以て應張力を示めせり

第二節 代數學上の解に必要の原理

第十七款 凡そ書法上の解と代數學上の解とは理に於て相ひ異なる所なし兩法共に同一の定義を應用すれば一は書法を以て力を分解し一は代數學を以て之を分解するのみ

第十八款 命名法、凡う材片の傾斜の角度は頭點を通過する垂直線



より之れを測定するものとす該角度は θ を以て之を記し附するに其材片の名を以てす例せば第

七圖甲に於て ab ac ad 及 ae なる材片は a なる頭點に於て集合するものとし此等材片の傾斜の角度は頭點 a を通過する V_1 ある垂直線より測定すべし即 θ_{ab} θ_{ac} θ_{ad} を θ_{ae} を θ_{ad} は V_2 を表すなり然り而して此角度を水平及垂直の分力の和を表する方程式中に記入するに當りては必ず其正弦及餘弦に適當の符號を附せざる可らず而して材片の應力も亦適當の符號を要す依て之を定むる左の如し

第一 應張力は必ず正符(+)とす

第二 應張力は必ず負符(-)とす

第三 垂直に上方に向て働く力(例之は重量に抵抗する力の如き)は正符(+)とす

第四 垂直に下方に向て働く力(例之は重量の如き)は負符(ー)と

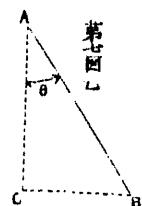
1

第五 第一象限にあるのの正弦及餘弦は正符号とす

第六 第二象限にあるりの正弦は正符(+)とし餘弦は負符(-)とす

第七 第三象限における正弦と餘弦は負符(+)です

爰に第一象限と稱せしは數學上一般に用ゆる如く第七圖に於て aV_2 より右方に向ての最初の象限即 h_2aV を云ひ第二は V_1 を云ひ第三は h_1aV を云ひ第四は aV_3 を云ふなり後章に於て三角學函數(六線)を應用する場合數あからざるに依り讀者の便を計り茲に之か算式と價と符號とを掲くABなる材片あり垂直線とθ角を爲す(第七圖)乙其長はAB、其垂直射影はAC、其水平射影はBCなり然るときは



$$\sin\theta = \frac{BC}{AB}$$

$$\cos\theta = \frac{AC}{AB}$$

$$\tan\theta = \frac{BC}{AC}$$

$$\cot\theta = -\frac{AC}{BC}$$

$$\sec \theta = \frac{AB}{AC}$$

$$\operatorname{osc} \theta = \frac{AB}{BC}$$

六線の價及符號表

三百六十度	二百七十度	一百八十度	九十度	零度	弦正弦餘
O	-R	O	R	O	R
R	O	-R	O	O	切正弦餘
O	$-\infty$	O	∞	O	切正餘
∞	O	$-\infty$	O	∞	割正
R	$-\infty$	-R	∞	R	割餘
∞	-R	∞	R	∞	

Rは半径即定を示めす

各象限	於	符號	各象限
第一象限	於	正弦	第一象限
第二象限	於	餘弦	第二象限
第三象限	於	正切	第三象限
第四象限	於	餘切	第四象限
一	十	一	一
十	一	十	一
一	一	十	一
一	十	一	十
十	一	一	十
一	一	十	十

第八圖



き平衡を保持するものとす今此等三個の力を垂直及水平の分力に分解するときは第一定義に基き垂直分力の代數學上の和は零なり而して水平分力代數學上の和は亦零ありとす依て方程式を作る左の如し

垂直分力にありては

$$P_1 \cos \theta_1 + P_2 \cos \theta_2 + P_3 \cos \theta_3 = 0.$$

水平分力にありては

$$P_1 \sin \theta_1 + P_2 \sin \theta_2 + P_3 \sin \theta_3 = 0.$$

但此等分力の符號は前章に論定せるものを適用すべし

今 P_1 を已知力とし P_2, P_3 を未知力とすれば以上の方程式は直に此等未知力を算定すべし然らば此法を結構の頭點に應用するに當り之に働く總力にして二個以内の未知數なれば直に之を算出するを得せしむるものとす

第二十款 以上の方程式を第五圖に應用して以て之か説明を爲さんとするに當り該桁構に働く所の外力と及其材片の傾斜角とを定むるは頗ふる説明をして明瞭ならしむるの感あるに依り之を定むる左の如し

w_2, w_3, w_4 等は各々八百封度とす

w_1, w_2 は各々四百封度とす

該桁構の徑間は五十呎とす

其高は十二呎半とす

上部は之を八部に等分し下部は之を六部に等分したる材片より成る

然らば

W_1, W_2 は各三千二百封度なりとす

上部臥材の垂直線と爲せる傾斜角は大略六十三度二十六分とす

下部臥材の垂直線と爲せる角度は九十度とす

平行の斜柱材 $ab cd ef$ 等の垂直線と爲せる角度は三十三度四十一分とす

de なる斜柱材の垂直線と爲せる角度は十二度三十一分とす

今之を代數學上の方程式に應用するに當りて特に讀者に注意を促すべきは角度及力の符號を決して忘る可らざるの一事なり例せば BC の頭點に於て Cb なる上部臥材に對しては $\theta Cb = 63^{\circ} 26'$ なり而して $\cos \theta_{cb}$ は負符(ー)を有す如何とあきは該材片は BC なる頭點に對して第二象限にあればなり而して $\sin \theta Cb$ は正符(+)を有す又力は上方に向ふを正とし下方に向ふを負とす

以上列記せる角度の正弦及餘弦を數字に換ふれば左の如し

$$\text{上部臥材} \quad \theta = 63^{\circ} 26' \begin{cases} \cos \theta = 0.44724 \\ \sin \theta = 0.89441 \end{cases}$$

下部臥材

$$\theta = 90^{\circ} \begin{cases} \cos \theta = 0 \\ \sin \theta = 1 \end{cases}$$

ab 及之に平行 せる各斜柱材

$$\theta = 33^{\circ} 41' \begin{cases} \cos \theta = 0.83212 \\ \sin \theta = 0.55460 \end{cases}$$

bc なる斜柱材

$$\theta = 33^{\circ} 41' \begin{cases} \cos \theta = 0.83212 \\ \sin \theta = 0.55460 \end{cases}$$

de なる斜柱材

$$\theta = 12^{\circ} 31' \begin{cases} \cos \theta = 0.97623 \\ \sin \theta = 0.21672 \end{cases}$$

此の如く數の定まれる以上は方程式を分解するは容易の業なりとす
先左端を例とすへし爰に平衡を保持する力は W_1 ある抵抗力 w_1 なる重
量及 Ba と La にある應力はなり
然らば垂直分力の和は

$$W_1 + w_1 + Ba \cos \theta Ba + La \cos \theta La = 0$$

而して水平分力の和は

$$La \sin \theta La + Ba \sin \theta Ba = 0 \quad (\text{乙})$$

甲方程式に於て La は水平なる故に $\cos \theta La < 0$ なり依て

$$Ba \text{の應力は } = -\frac{W_1 - w_1}{\cos \theta Ba} \quad (\text{1})$$

乙方程式より

$$La \text{の應力は } = -\frac{Ba \sin \theta Ba}{\sin \theta La} \quad (\text{2})$$

之を數字に換ふるに(符號に注意すべし) $W_1 = 3200$, $w_1 = -400$, $\cos \theta Ba = -0.44724$ 而して $\sin \theta La = 1$ なるを以て

$$Ba \text{の應力は } = -\frac{-3200 + 400}{-0.44724} = +6260 \text{ 封度}$$

即應壓力を要す

$$La \text{の應力は } = -\frac{-6260 \times 0.89441}{1} = -5600 \text{ 封度}$$

即應張力を要す

更に次の上部頭點を例とし説明すべし爰に垂直分力の和は

$$w_1 + Ba \cos \theta Ba + Cb \cos \theta Cb + ab \cos \theta ab = 0 \quad (\text{丙})$$

而して水平分力の和は

$$Ba \sin \theta Ba + Cb \sin \theta Cb + ab \sin \theta ab = 0$$

甲方程式に依て得る所の $Ba \cos \theta Ba$ の値を及丁方程式に依て得る所の Cb の値とを丙方程式中に換用し左の方程式を得

$$ab \text{の應力は } = \frac{w_1 \sin \theta Cb}{\sin \theta ab \cos \theta Cb - \cos \theta ab \sin \theta Cb} = \frac{w_1 \sin \theta Cb}{\sin(\theta ab - \theta Cb)} \quad (\text{3})$$

丁方程式より

$$cb \text{の應力は } = -\frac{Ba \sin \theta Ba}{\sin \theta Cb} = \frac{w_1 \sin \theta ab}{\sin(\theta ab - \theta Cb)} \quad (\text{4})$$

之に數字を換ふれば

$$cb \text{の應力は } = \frac{-800 + 0.89441}{\sin(33^\circ 41' - 11^\circ 34')} = -715.528 = +720 \text{ 封度}$$

即應壓力を要す

(注意)爰に注意すべし件あり今 ab と cb とを直接に加減するに於ては ab は百十六度三十四分となる可らず

$$Cb \text{ の應力は } = +6260 - \frac{-8800 \times 0.55460}{-0.99230} = +6260 - 447 = +5813 \text{ 封度}$$

即應壓力を要す

次に更に進て下部頭點を例とし説明すべし爰に垂直分力は

$$ab \cos \theta ab + bc \cos \theta bc = 0 \quad (\text{戊})$$

水平分力は

$$La \sin \theta La + ab \sin \theta ab + bc \sin \theta bc + Lc \sin \theta Lc = 0$$

戊方程式より

$$bc \text{ の應力は } = - \frac{ab \cos \theta ab}{\cos \theta bc} \quad (5)$$

己方程式より

$$Lc \text{ の應力は } = - \frac{La \sin \theta La - ab \sin \theta ab - bc \sin \theta bc}{\sin \theta Lc} \quad (6)$$

之に數字を換ふれば

$$bc \text{ の應力は } = - \frac{720 \times -0.83212}{-0.83212} = -720 \text{ 封度}$$

即應張力を要す

$$\text{又 } Lc \text{ の應力は } = 5600 \times -1 - 720 \times -0.55460 + 720 \times 0.55460 \\ + 1 \\ = -5600 + 399 + 399 = -4802 \text{ 封度}$$

即應張力を要す

以下説明を略す讀者幸ひに自ら解くし其結果左の如し

$$cd \text{ の應力 } = \frac{w_3 \sin \theta Dd + bc \sin \theta Dd - \theta bc}{-\sin \theta Dd - \theta cd} = +1081 \quad (7)$$

$$Dd \text{ の應力 } = \frac{Cb \sin \theta cb + bc \sin \theta bc + cd \sin \theta cd}{-\sin \theta Dd} = +4696 \quad (8)$$

$$de \text{ の應力 } = - \frac{cd \cos \theta cd}{\cos \theta Dde} = -924 \quad (9)$$

$$Lo \text{ の應力 } = - \frac{La \sin \theta La - cd \sin \theta cd - de \sin \theta de}{\sin \theta Lc} = -4003 \quad (10)$$

$$ef \text{ の應力 } = \frac{w_4 \sin \theta Ef + de \sin \theta Ef - \theta ef}{-\sin \theta Ef - \theta ej} = +1443 \quad (11)$$

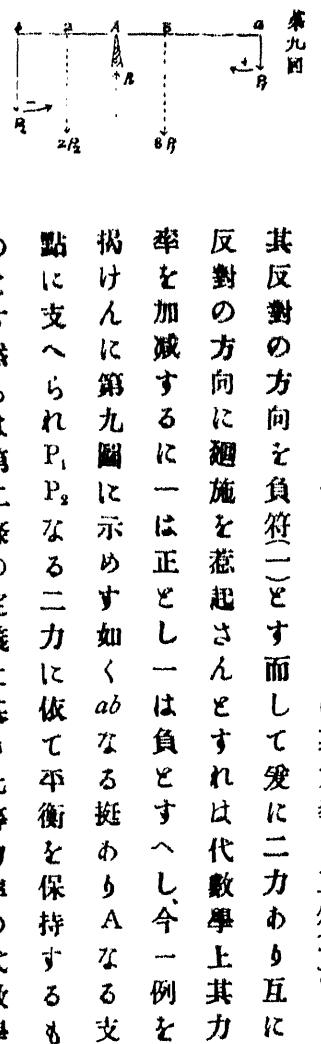
$$Ef \text{ の應力 } = \frac{Dd \sin \theta Dd + de \sin \theta de + ej \sin \theta ej}{-\sin \theta Ef} = +3577 \quad (12)$$

$$f' \text{ の應力 } = \frac{-2fe \cos \theta fe}{\cos \theta f'} = -2401 \quad (13)$$

第三章 力率法

第一節 代數學上の解に必要な原理

第二十一款 力率、力の挺率及力率の中心は之を第七款に説明せり
凡そ一個の力あり時辰儀の針の方向(左より右に下向きに或)に廻施を



惹起さんとする傾向あるものは其力率を正符(+)とし

其反対の方向を負符(-)とす而して爰に二力あり互に
率を加減するに一は正とし一は負とすへし今一例を

掲げんに第九圖に示めず如くabなる挺わりAなる支
點に支へられP₁P₂なる二力に依て平衡を保持するも
のとす然らば第二條の定義に基き此等力率の代數學

上の和は零ありとすP₁の挺率はAaにしてP₂の挺率はAbなり依て

$$P_1 \times Aa - P_2 \times Ab = 0$$

$$\text{即} P_1 \times Aa = P_2 \times Ab$$

今A₁を二呎としA₂を三呎とす然らばP₂に代ふるにAより一呎の距離
に於て之に平行に其二倍の力即P₂に等しき力を以てするを得へし如
何となれば其力率は ${}_2P_2 \times {}_1$ にして其舊力率 $P_2 \times {}_2$ に等しければ方程
式に不等を生せされはなり又P₁に代ふるにAより一呎の距離に於て
 ${}_3P_1$ ある力を以てするを得へし斯の如く取換へたる新力の挺率は皆な
一呎あるは該新力は則ち舊力率あり言を以てすれば

或る一點に關する力率とは該點より單位距離に於て其力率に等し
き平行の力の大小を云ふなり

然らば數個の力あり之を力率の中心より單位距離に於て該數個の力
か起すものと同等のものを起す力に代ふるは亦容易なり而して其代
數學上の和は即ち其單位距離に於ける結果力なりとす定義に基け
は此結果力は平衡を保持するには其和零なりと云ふ

又前に掲くる方程式より

$$P_1 = P_2 \frac{Ab}{Aa} \quad \text{即} \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{Ab}{Aa}$$

之を言辭に換ふるに

數個の力あり共に平衡を保持するとき該力は其挺率と反比例を爲す

第二十二款 力率の中心は力の平面中何處に之を定むるも同一の結果を生ずへし

例之は第九圖に於て平衡を保持する力は其實三個あり P_1 P_2 及支點に於る R ある抵抗力是なり前款の方程式に於て R を見ざるは力率の中心を A に定めたれば R の挺率は零なりしを以てなり今假に力率の中心を a に定むへし然るときは P_2 の力率は消滅す故に

$$P_1 \times ab - R \times Ab = 0$$

$$\text{即} \quad R = P_1 \frac{ab}{Ab}$$

今假りに力率の中心を a に定むれば

$$R \times Aa - P_2 \times ab = 0$$

$$\text{即} \quad R = P_2 \frac{ab}{Aa}$$

而して $ab = Aa + Ab$ なるを以て

$$R = P_2 \frac{Aa + Ab}{Aa}$$

然るに靈さに力率の中心を A に定めしをすれば $P_1 = P_2 \frac{Ab}{Aa}$ なりしを以て

$$P_1 + P_2 = P_2 + P_2 \frac{Ab}{Aa} = P_2 \frac{Aa + Ab}{Aa}$$

即此方程式は力率の中心を a に定めしをの R の價と同一なり

又同方法を以て左の方程式を作るは容易なり

$$P_1 + P_2 = P_1 + P_1 \frac{Ab}{Aa} = P_1 \frac{Aa + Ab}{Aa}$$

即此の方程式は力率の中心を a に定めしをの R の價と同一なり然らば力率の中心は a にあるも A にあるも R たる結果は同一なり又

りにあるも A にあるも R たる結果は同一なり即其價は $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$ なり詔を以て之を言へ抵抗は重量の和に等しとす

第二十三欵 力率の中心を定むる規則 第八欵に於て桁構を二部に切斷するものと見做すとき其切斷せる材片にある應力の關係を説明せり第六欵の定義に基き此の應力と外力との力率の和は零なりとするして外力は常に與件已知數にして若し此の桁構にして過要の材片を有せざる以上は力率方程式中に單に三個の未知數を與ふ其未知數とは則ち其切斷せる材片に於る應力是なり然らば此應力を算定するに當りては力率の中心を何處に定むるも任意あれは之を二個の材片の交切點に定むへし然るときは他の材片の應力の力率を直に得へし而して該力率は外力の力率との和に依て共に平衡を保持するものなり如何とあれは斯の如くに中心を定めたる以上は先きの二個の切斷せられたる材片にありては其挺率零なれば其力率も亦零なればなり

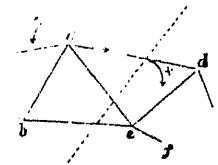
り依て力率の中心を定むる規則左の如し

或る一點に於て桁構に二部に切斷せる横断面あるものと見做すへし該斷面は應力未知の材片三個以上を切斷せざるものとす此等材片の一に於る應力の力率を定めんとせば他の二個の材片の交切點に力率の中心を取るへし

而して該材片の挺率を以て外力の力率の和を除すへし得る所のものは則ち該材片の應力あり

第二十四欵 命名法挺率の符號を定むる規則 材片の率挺は / を以て之を示めし附するに其材片の名を以てす時辰儀の針の方向に廻旋する傾向あるもの之を正とし其反對の廻旋の方向を負とし應壓力を正とし應張力を負とす而して外力は常に其方向大小及効點皆な已知あれは之か力率を記するに其方向に従ひ適當の符號を附するは容易なり然らば應力未知の材片の挺率に適當の符號を附し以て其結果

第十圖



をして負符は應張力を示めし正符は應壓力を示すへき規則を定むるを肝要とす

爰に第十圖に於て外力の働きつゝある桁構の一部を示め^(二) (外力は圖に) 今 cd に於る應力を知らんと欲す假に cd ce be を貫通する断面を畫くへし然らば力率の中心は e 即他の切斷せられたる二個の材片の交切點に取るを要すへし今此の左方の部分の平衡に就き考察を下たすに爰に力率の代數學上の和は

$$cd \times (cd\text{の應率} + \left[\begin{array}{l} \text{左方の頭點に對する} \\ \text{外力の力率} \end{array} \right] \text{代數學上の和}) = 0 \quad \text{なり}$$

左の規則は挺率に適當の符合を附するものとす

應力未知の材片の傾斜角の如何に拘らす切斷されたる材端に立ち該材片の射行する左方の頭點に向ひ面するものと想像せよ(直垂の材片にありては下方に向ひ面すへし)然るときは力率の中心か左方

にわれは挺率の符號は負(一)とし若し右方にわれは正(十)とす

但し此規則は桁構を二部に分ち左方の部分の平衡に就き考察するときに適用すへし若し右方の部分に就き考察を下たすときは正に此規則を反すへし以下の章に於て論するものは必ず左方の部分に就き考察するものとす若し右方の部分に就き考察するときは特に讀者の注意を求むへし

此の例に於て cd の挺率は負符を有す何となれば c なる頭點に面するときには力率の中心は左方にわれはあり依て

$$cd \times -1 = cd + \left[\begin{array}{l} \text{左方の頭點に對する} \\ \text{外力の力率} \end{array} \right] \text{代數學上の和} = 0$$

今左方の部分にある外力の力率の結果の負と假定すへし然るときは $aceb$ なる部分に働く外力は負號(即右ヨリ左)の迴旋を惹起さんとし其支點を c とす此の迴旋に抵抗するものは c に於て働く所の cd に於る應力にして其方向は c より遠かりつゝあるを以て該應力は負符即應張

力なり今規則を應用して之を算定するに前方程式に於て左方の部分に働く所の外力の力率の代數學上の和を負と假定したれば

$$ad \times (-bcd) + (-\text{力率の和}) = 0$$

$$\text{四 } ad = -\frac{\text{力率の和}}{bcd}$$

此の結果は負符を有す故に應張力を示すなり以て此規則を證明するに足るへし

第二十五款 以上の原理を第五圖の桁構に應用すへし先矣に必要なものは各材片の挺率にして是單に三角術上の問題あり即各上部臥材の挺率は之に相對する各下部頭點より上部臥材に直角に書ける垂線なり各下部臥材の挺率は之に相對する各上部頭點より下部臥材に直角に書ける垂線なり各斜柱材の挺率は上下兩部臥材の交切點たるAなる左端より斜柱材の方向線に直角に書ける垂線なり是則第二十三款の規則を應用するにあるなり例せば第五圖に於て點線を以て示

めしたる如く Cb 及 Lc を切斷する断面を書くへし然るときは Lc の力率の中心は他の二材片の交切點即 CD なる頭點にあり Cb の力率中心は第一の下部頭點にあり b_c の力率中心は桁構の左端にあり而して Ba 及 Cb の挺率は同一なると明かなり若し夫れ Ef $f'f$ 及 Lc' を切斷する断面を書くときは三個以上の材片を切斷す然れども f' に於る應力は未知數にあらず已知數と見做して可なり如何となれば桁構及重量が等形同狀なるに依り Ef の應力と等しけれはなり若し然らざる場合に於ては之を右端より逆に算定するは容易なりとす Ef 及 Lc' の應力は未知にして其交切點は f' の力率中心なり

各挺率を算定する左の如し但し θ の價は之を第二十款に掲けり而して各上部臥材の長は 6.99 にして下部臥材の長は $\frac{8}{3}$ なり又上部臥材の水平射影は

$$6.99 \times \sin \theta Ba = 6.99 \times 0.89441 = 6.25 \text{ なり}$$

$$lLa = Ba \cos \theta Ba = 6.99 \times 0.44724 = 3.125 \text{ 力率の中心は BC 点にあり}$$

$$lLc = 2lLa = 6.250 \text{ 力率の中心は CD 点にあり}$$

$$lLe = 3lLa = 9.375 \text{ 力率の中心は DE 点にあり}$$

$$lBa = La \cos \theta Ba = 8.333 \times 0.44724 = 3.727 \text{ 力率の中心は第一下部頭點にあり}$$

$$lCb = " = 3.727 \text{ 全}$$

$$lDd = 2La \cos \theta Ba = 7.454 \text{ 力率の中心は第二下部頭點にあり}$$

$$lab = La \cos \theta ab = 8.333 \times 0.83212 = 6.934 \text{ 力率の中心は左端にあり}$$

$$lbc = " = 6.934 \text{ 全}$$

$$lcd = 2lab = 13.868 \text{ 全}$$

$$lde = 2aLc \cos \theta de = 2 \times 8.333 \times 0.97623 = 16.270 \text{ 全}$$

$$lR = Basin \theta Ra = 6.99 + 0.89441 = 6.25 \text{ 力率の中心は BC 点にあり}$$

$$\text{又は} = 12.50 \text{ 力率の中心は DC 点にあり}$$

但し R は左端の實効抵抗力即 $(W_1 - w_1)$ を示めし lR は其極率を示めす

以上の數を以て力率方程式を分解すべし先下部臥材より始むべし爰に L_a を切斷するときは力率の中心は BC 點にあり然らば

$$R \times lR + La + lLa = 0 \quad (1)$$

R の廻旋は正符なり而して L_a の極率亦正符なり如何となれば A ある
頭點即左端に面するときは力率は右方にあればなり之に數字を換ふ
れは

$$+ 2800 \times 6.25 + La \times 3.125 = 0$$

$$\text{故に } La = - \frac{2800 \times 6.25}{3.125} = - 5600 \text{ 封度}$$

即應張力なり

L_c ある下部臥材にありて $Cb \ L_c \ L_c$ を切斷するも若くは $Dd \ cd \ L_c$ を切斷するも力率の中心は CD なる頭點にあり依て

$$R \times lR + w_2 \times h w_2 + Lc \times lLc = 0 \quad (2)$$

力率の中心は L_c の右方にある故に L_c は正とす R は正にして w_2 は負な

之に数字を換へれば

$$2800 \times 12.5 - 800 \times 6.25 + Lc \times 6.25 = 0$$

$$\text{故に } Lc = \frac{-2800 \times 12.5 + 800 \times 6.25}{6.25} = -4800 \text{ 封度}$$

即應張力あり

Lc なる下部臥材にありては

$$R \times lR + w_2 \times lw_2 + w_3 \times lw_3 + Lc \times lLc = 0 \quad (3)$$

之に数字を換へれば

$$2800 \times 18.75 - 800 \times 12.5 - 800 \times 6.25 + Lc \times 9.375 = 0$$

$$\text{故に } Lc = \frac{-2800 \times 18.75 + 800 \times 12.5 + 800 \times 6.25}{9.375} = -4000 \text{ 封度}$$

次に上部臥材の應力を算定すべし

Ba なる上部臥材にありては力率の中心は第一下部頭點にあり

$$R \times lR + Ba \times lBa = 0 \quad (4)$$

挺率は負なり如何とあれは左端に面するときは力率の中心は左方に

あれはあら方程式に数字を用ひれば

$$2800 \times 8.33 - Ba \times 3.727 = 0$$

$$\text{故に } Ba = \frac{2800 \times 8.33}{3.727} = +6260$$

即應壓力なり

Cb ある上部臥材にありては力率の中心は Ba 同點にして挺率は負なり而して Cb 及 Lc を切斷するときは w_2 ある重量及 R なる抵抗力が共に左方の部分に働くを爲す故に

$$R \times lR + w_2 \times lw_2 + Cb \times lb = 0 \quad (5)$$

$$2800 \times 8.33 - 800 \times (8.33 - 6.25) - Cb \times 3.727 = 0$$

$$\text{故に } Cb = \frac{2800 \times 8.33 - 800 \times 2.08}{3.727} = +5813 \text{ 封度}$$

Dd にありては力率の中心は第二下部頭點にあり挺率は負あり

$$R \times lR + w_3 \times lw_3 + w_1 \times lw_1 + Dd \times lDd = 0 \quad (6)$$

$$2800 \times 16.96 - 800 \times 10.416 - 800 \times 4.166 - Dd \times 7.454 = 0$$

$$\text{故に } Dd = \frac{2800 \times 16.66 - 800 \times 10.416 - 800 \times 4.166}{7.454} = +4695 \text{ 度}$$

E_f にわたりては力率の中心は下部の中心にて、挺率は負なり

$$R \times lR + \bar{w}_2 \times \bar{h}w_2 + \bar{w}_3 \times \bar{h}w_3 + \bar{w}_4 \times \bar{h}w_4 + E \times lE_f = 0 \quad (7)$$

$$2800 \times 2.5 - 800 \times 18.75 - 800 \times 12.5 - 800 \times 6.25 - E_f \times 11.151 = 0$$

$$\text{故に } Ef = \frac{2800 \times 2.5 - 800 \times 18.75 - 800 \times 12.5 - 800 \times 6.25}{11.151} = +3587$$

次に斜柱材の應力を算定すべし斜柱材にわたりては力率の中心は都で左端にあり ba の挺率は負なり

$$\bar{w}_2 \times \bar{h}w_2 + ab \times lab = 0 \quad (8)$$

$$800 \times 6.25 - ab \times 6.934 = 0$$

$$\text{故に } ab = \frac{800 \times 6.25}{6.934} = +721 \text{ 度}$$

bc にわたりて γ : 挺率は正符を有す

$$\bar{w}_2 \times \bar{h}w_2 + bc \times \bar{h}c = 0 \quad (9)$$

$$+ 800 \times 6.25 + bc \times 6.934 = 0$$

$$\text{故に } bc = \frac{-800 \times 6.25}{6.934} = -721 \text{ 度}$$

cd にわたりては 挺率は負なり

$$\bar{w}_2 \times \bar{h}w_2 + w_3 \times \bar{h}w_3 + cd \times \bar{h}cd = 0 \quad (10)$$

$$+ 800 \times 6.25 + 800 \times 12.5 - cd \times 13.869 = 0$$

$$\text{故に } cd = \frac{+800 \times 6.25 + 800 \times 12.5}{13.869} = +1081 \text{ 度}$$

de にわたりては 挺率は正なり

$$\bar{w}_2 \times \bar{h}w_2 + w_3 \times \bar{h}w_3 + de \times \bar{h}e = 0 \quad (11)$$

$$+ 800 \times 6.25 + 800 \times 12.5 + de \times 16.2 = 0$$

$$\text{故に } de = \frac{-800 \times 6.25 - 800 \times 12.5}{16.2} = -926 \text{ 度}$$

ef にわたりては 挺率は負なり

$$w_3 \times \bar{h}w_2 + w_4 \times \bar{h}w_3 + w_1 \times \bar{h}w_1 + ef \times \bar{h}f = 0 \quad (12)$$

$$+ 800 \times 6.25 + 800 \times 12.5 + 800 \times 18.75 - ef \times 20.803 = 0$$

$$\text{故に } ef = \frac{800 \times 6.25 + 800 \times 12.5 + 800 \times 18.75}{20.803} = +1442 \text{ 度}$$

f'_e' にありては $Ef'_e' f'_e' e' L_e e'$ を切斷すべし然るときは f'_e' の梃率は正なり f'_e' の梃率亦正なり而して f'_e' の應力は己に算定したる e'_e の應力に等しけれは

$$w_2 \times h w_2 + w_3 \times h w_3 + w_4 \times h w_4 + f'_e' e' \times l f'_e' e' + f f'_e' \times l f f'_e' = 0 \quad (13)$$

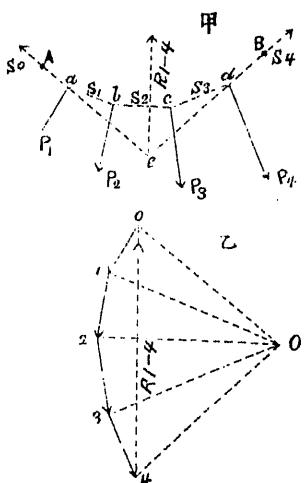
$$800 \times 6.25 + 800 \times 12.5 + 800 \times 18.75 + 1442 \times 20.803 + f'_e' \times 25 = 0$$

$$\text{故に } f f'_e' = - \frac{800 \times 6.25 + 800 \times 12.5 + 800 \times 18.75 + 1442 \times 20.803}{25} = - 2400 \text{ 封度}$$

第二節 圖算上の解に必要な原理

第二十六款 前數款に於ては結構を二分に分割し其左方の部分の力に就て考察を下せり而して其一個の材片の應力を算定するには該材片の梃率を以て總ての外力の力率の代數學上の和を除するにありと説明せり然らば圖算上の解に於ては又此等外力の力率の代數學上の和を圖上に測書する方法を攻究するにあり

第二十七款 第十一圖(甲)に於て $P_1 P_2 P_3 P_4$ なる四力あり其結果力の



第十一圖

方向、大小及位置を知らんと欲す此等の四力は方向大小及働點已知なれば乙圖に示めず如く P_1 より順次 P に至るまで之を結續して外力圖を製すべし然るときは其結果は (1) なる線にして此等四力をして平衡を保持せしむるには其結果力は已知外力の方向に従ひ外力圖を一周すべき方向即ち 4 より 0 に至る方向を有し其大小亦 4 より 0 に至る線の長とす斯の如く其大小と方向とは容易に之を畫定するを得べし然らば今攻究せんとするものは其働く點即位置を定むる最良法を發見するにあるのみ

其最良法左の如し

或る便利の一點に於て O ある點を撰定し O_0 及 O_4 なる線を畫くべし此

の如く撰定したる點を極點^{エクシキント}と名づく凡そ外力多邊形に於る線は各々力を表はす故に斯く極點を撰定し之より結果力の兩端に至るまでの二線を書くときは即ち其結果力を O_0 及 O_4 なる二力に分割せり如何となれば該二線は多邊形を一周すへきものにして若し矢を以て示めしたる如く O より O に働き O より O に働くときは $P_1 P_2 F_3 P_4$ なる四力をして平衡を保持せしむれはなり然り而して此二線は又 O と完全の多邊形を作り若し矢を以て示したる方向に之を取るときは結果力より代り若し反對の方向に取るときは共に平衡を保持す而して O なる極點の位置任意なれば結果力を二方向に分割するは亦任意なりとする O 及 O なる二力を以てすると假定せよ第十一圖の力の平面に於て O_0 に平行に S_0 なる線を書くへし而して之を P_1 に交切する a 點迄延長すへし然るときは S_0 及 P_1 の結果力は a 點を通過し其方向は外力圖の S_1 に平行あるへし如何となれば該 S_1 は P_1 及

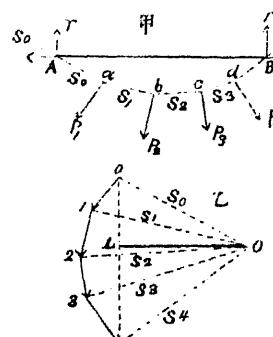
S_0 の結果にして其方向と大小とを表はせはなり依て a を通ふして S_1 に平行の線を書き之を P_2 と交切する b 點迄延長すへし外力圖の S_2 なる線は $S_0 P_1 P_2$ の結果なれば之に平行して b 點を通ふして S_2 を書き之を P_3 と交切する c 點迄延長すへし次に外力圖の S_3 は $S_0 P_1 P_2 P_3$ の結果にして其方向と大小を表はす故に之に平行して c を通ふして S_3 を書き P_4 と交切する d 點迄延長すへし終りに d を通ふして外力圖の S_4 に平行して S_4 を書くへし

斯の如く進行するときは S_0 は任意に撰定して以て S_1 の適當の位置を確定するを得へし而して S_0 と S_4 は結果力の分力なるを以て各々其適當の方向に働きつゝあるものと思考するを得へし而して其結果力の働くべき働點は S_0 と S_4 の交切點にあり c は則ち該交切點にして之を通ふして外力圖の O に平行線を書くときは是則ち適當の方向と位置とを示めす結果力なり其大小は外力圖か之を示めすへし

第二十八款 平衡多邊形、終結線 前款の第十一圖に於る $\triangle ABC$ なる

多邊形を平衡多邊形と名づく今 S_0, S_1, S_2, S_3, S_4 を糸と假定し S_0 及 S_4 に於て A 及 B の如き二點を取り之を桁梁の如き一個の固形物の兩端に固定せしものと假定するときは此等の糸は

第十一圖



皆な應張力を要し AB なる固形物は應張力を要すへし而して A に於て働く S_0 なる力は之を二個の分力に分割するを得へし第十二圖其一は結果力に平行し其一は AB に平行す S_4 の B に於るも亦然り而して結果力に平行の二分力の和は其大小に於て P_1, P_2, P_3, P_4 の結果に等しく其方向は之に反す AB の方向の分力は AB の應張力に依て抵抗せらる此の分解法は外力圖(第十二圖乙の O)を通じて AB に OL なる平行線を書くときは直に書定すへし即ち $4L$ 及 LO なる分力の和は O_4 なる結果力に等しく

平行す S_4 の B に於るも亦然り而して結果

其方向は之に反す而して AB に平行の A 及 B に於る二力は共に等しくして其方向相反す故に此結構に運動を惹起さるなり而して AB なる線を終結線と名づく

第二十九款 カルマン氏の定義極點距離 発に第十三圖に於て P_1

なる單一の力あり其外力多邊形は此場合には一直線を爲す乙圖尺度を以て P_1 に等しき O なる極點を撰定し S_0 及 S_1 を書き P_1 を二分力に分割すへし其方向及大小は乙圖か之を示めす之に平行して A なる P_1 の

働く點を通ふして S_0 及 S_1 ある線を書きへし又 O なる極點より O に直角に OH なる垂線を書くへし此の垂線の長を極點の距離と稱す

力の平面に於て a_1 或は a_2 なる任意の位置を撰定し此點を通ふして b_1, b_2, c_1 又は b_2, c_2 の

如き縦線を P_1 に平行に書くへし之を a_1 點又は a_2 點の縦距と名づく然
らは今假に Aa_1 なる線は P_1 の方向に直角を爲すとするときは a_1 點に關
し P_1 の力率は $P_1 \times Aa_1$ なり之を乙圖の多邊に照らすに等三角の理に依
て左の方程式を得

$$P_1 H \cdot h_{c_1} : Aa_1$$

$$\text{故に } P_1 \times Aa_1 = H \times h_{c_1}$$

之を言辭に換ふれば

或る一點に關し P_1 なる力の力率は P_1 を分解したる二分力の線に依
て限られ且つ P_1 に平行に該點を通じて書きたる縦距に外力多邊
形の極點距離を乗したる暉に等しとす

之をカルマン氏の定義と云ふ而して此例に於る如く力が上方に向て
働くときは其左方にある點に對しては力率を負(二)とし右方にある點
に對しては之を正(+)とすへし若し力が下方に向て働くときは右方の

點に對する力率を負(一)とし左方を正(+)^{とす}へし

第三十欽 前歎欽に於ては力の方向を任意に定めたり而して橋梁
に於て攻究する力は一般に重量と之に反する抵抗力とにあるを以て
實地應用の場合には此の二力を以て主なるものとす爰に一二の例を
掲げて前歎の原理を應用すべし

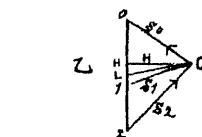
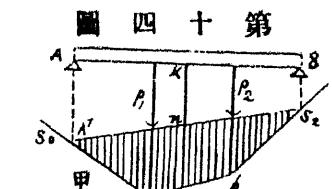
第一例 第十四圖に於て AB なる桁梁あり其或る二點に於て P_1, P_2 な
る二個の不等重量の働きつゝあるものとす茲に平衡の存するとき
に A 及 B なる支點に於ける抵抗力を問ふ又或る一點に關し該點より
右方或は左方にある總外力の力率を問ふ

一、乙ある外力圖を製すべし

二、○ある極點を撰定し S_0, S_1, S_2 及び H なる極點距離とを書く

へし

三、平衡多邊形を作るへし其法は先づ S_0 に平行に一線を書き a



に於て P_1 に交切する迄延長すへしより S_1 に平行線を書きより S_2 に於て P_2 に交切する迄延長すへしより S_2 に平行線を書き無限に延長すへし桁梁の A 及 B なる兩端より垂線を落し而して A'B' ある終結線を書くへし A'B' に平行に外力圖に於て OI を書くへし

然らば L_0 及 L_2 は A 及 B に於る抵抗力にして上方に向て働くときには平衡を保持すへし

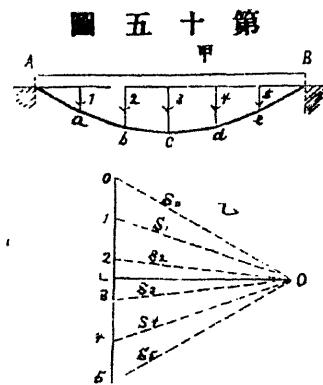
桁梁の一點 K に於る力率は m なる縦距に H なる極點距離を乗したる幕に等し

(注意) なる極點の位置は任意なれども終結線をして桁梁に平衡あらしむる如く之を撰定するを最も便なりとす(本例に於ては故意に

斯くならしめさりし又極點距離の撰定方は各交切線をして成るへく充分の交切角を爲さしむるを良とす而して極點距離を単位にすれば縦距は直に力率を示すへし

第二例 等距離に集合したる等重量を負課せられたる桁梁

第十五圖に示めす如く各重量間の距離は等一にして是亦兩端より其最近重量までの距離に等しことす



乙圖に示めす如く終結線を水平ならしむる極點を撰定し得る多邊形を作るへし然らば其縦距に極點距離を乗するときは力率を得へし而して極點距離を単位とすれば縦距か則ち力率を示めすなり

然り而して此等の等距離か短小ある

ときは此多邊形を書くに甚だ困難を覺ゆへし其距離愈々小にして得る所の平衡多邊形は抛物線を爲すなり是則ち次例に掲くる所の場合であるより

第三例 平等に分配せられたる重量を負課せられたる桁梁

本例に於ては平衡多邊形は抛物線を爲すか故に外力多邊形を書くの必要なし

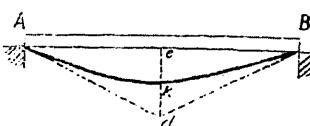
桁梁の長を l とし其單位に就ての重量を ρ とすへし然らば全重量は ρl にして桁梁の一端に於る抵抗力は $\rho l^2/2$ なり

x を左端より或る一點の距離とし y を該點に於る力率とするときは

$$y = \frac{\rho l}{2}x - \frac{\rho l^2}{2}$$

是則ち力率曲線の方程式にして其基點は左端にあり而して抛物線を書くには該線の中心に於る縦距を知るを便なりとす即 $x = l/2$ とす

第十六圖



$$\text{れは } y = \frac{\rho l}{8}x^2$$

故に第十六圖に示めず如く桁梁の中心に於て K なる垂線を書き尺度を以て $\rho l/8$ に等しき長を取り K なる點を定むへし A B 及 K を通ふして抛物線を書くへし

桁梁の或る一點に於て此の抛物線に至る迄の縦距は則ち該點に於る力率なり但し y を測畫せしものと同尺を以てすへし

又抛物線を書くには x を l の分數にすれば該線中の諸點を得へし例せは

$$x = \frac{1}{8}l \text{ の } \text{m m} \quad y = \frac{7}{128}\rho l^2$$

$$x = \frac{2}{8}l \text{ の } \text{m m} \quad y = \frac{12}{128}\rho l^2$$

$$x = \frac{3}{8}l \text{ の } \text{kg} \text{ m}$$

$$y = \frac{15}{128}pl^2$$

$$x = \frac{4}{8}l \text{ の } \text{kg} \text{ m}$$

$$y = \frac{16}{128}pl^2$$

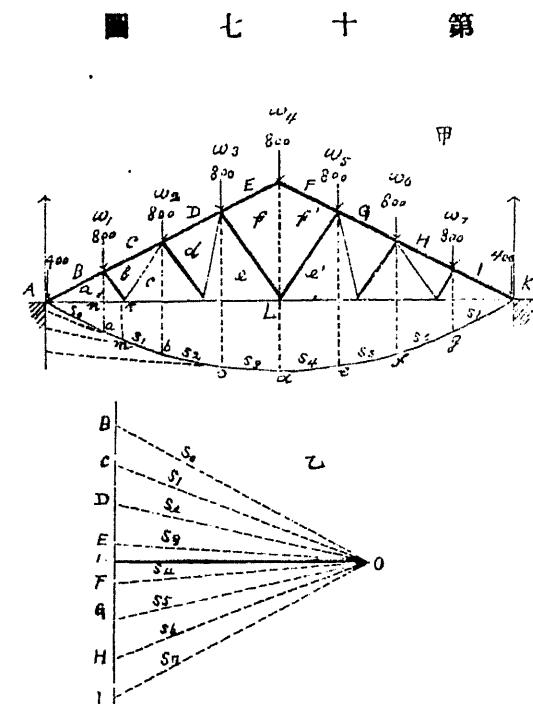
第三十一款 以上の原理を既に數回説明したる第五圖に示めせる

桁構に應用すべし再び之を第十

七圖に表はせり

兩端にある重量は直接に支柱に働き桁構の應力に關係を有せざ

れは之を除き三千貳百封度の抵抗力に代ふるに



二千八百封度を以てすへし依て外力多邊形は乙圖の如くにして平衡多邊形は甲圖に示めせる如し然れども前款論究したる如く是甚た不精密の結果を生ずるか故に外力多邊形を作らすして直に $y = pl - \frac{px^2}{2}$ なる方程式より拋物線を畫くを良しとす

桁構に働く全重量は六千四百封度にして徑間は五十呎なれば長單位に就ての重量は $\rho = \frac{6400}{50} = 128$ 封度なりとす依て

$$x = \frac{1}{8}l \text{ の } \text{kg} \text{ m} \quad y = 17500 \quad \text{力率単位}$$

$$x = \frac{2}{8}l \text{ の } \text{kg} \text{ m} \quad y = 30000 \quad \text{全}$$

$$x = \frac{3}{8}l \text{ の } \text{kg} \text{ m} \quad y = 37500 \quad \text{全}$$

$$x = \frac{4}{8}l \text{ の } \text{kg} \text{ m} \quad y = 40000 \quad \text{全}$$

力率単位は本例に於ては封度呎なり

以上の數を以て適當の尺度に之を測畫すれば精密に *abcd* 等なる點を得るか故に容易に平衡多邊形を畫くを得へし

此の多邊形までの縦距は則ち尺度を以て測るときは桁構の或る一點に於て該點より右方或は左方の總外力の力率を力率單位を以て表すものにして例せば K ある點に關し其右方或は左方の總外力の力率は K_m にして尺度を以て測るときは $K_m = 21665\frac{3}{3}$ 封度呎なり次の下部頭點に於ては力率は 35000 封度呎を得へし次に中心に於ては 40000 封度呎を得へし然らば第二十四款の原理に依り

$$\text{應力} \times \text{應率} + \text{外力の力率の和} = 0$$

而して此方程式の第二項は平衡多邊形の縦距なれば應力を得るには挺率を以て之を除するにあり

或る材片に關し力率の中心を定むるには第二十三款の規則に依るへし挺率の符號を定むるには第二拾四款の規則に依るへし時辰儀の針

の方向に廻旋を惹起す力率は正とし反對の方向なるを負とすへし、結果に於て負符は應張力を示めし正符は應壓力を示めずへし而して各材片の挺率は之を第二十五款に掲けり

下部臥材の應力 L_a に有ては力率の中心は規則に依り第一上部頭點 BC にあり該點に依る力率は na なる縦距即 17500 封度呎なり常例に依り左方の部分のみを考察し此力率は正なりとす何となれば其部分に働く力は唯抵抗力あるのみにして上方に向て働きつゝあれはなり挺率は規則により正なり何となれば A に面するときに力率の中心が右方にわれはなり該挺率は 3.125 呎なり依て

$$L_a \times 3.125 + 17500 = 0$$

$$\text{即} \quad L_a = -\frac{17500}{3.125} = -5600 \text{ 封度}$$

LC にありては

$$LC \times 6.25 + 3000 = 0$$

$$\text{即 } LC = -\frac{30000}{6.25} = -4800 \text{ 封度}$$

L_e にありては

$$L_e \times 9.375 + 37500 = 0$$

$$\text{即 } L_e = -\frac{37500}{9.375} = -4000 \text{ 封度}$$

上部臥材の應力、 B_a にありては力率の中心は K にあり而して B_a 及 L_a を切斷するときは其左方に働く力は唯抵抗力あるのみにして K に於る力率は此抵抗力の力率なり即 K より多邊形の A_a を延長したる線までの縦距にして正なり其長は K_m より大なりとす他なし K_m は抵抗力及第一重量 w の合併力率なればなり尺度を以て之を測れば 233333 封度尺を得る B_a の挺率は負なり何どなれば A に面するときは K なる力率の中心が左方にわれはあり故に

$$-B_a \times 3.727 + 233333 = 0$$

$$\text{即 } B_a = \frac{233333}{3.727} = +6260 \text{ 封度}$$

C_b にありては力率は $K_m = 21666 \frac{2}{3}$ なり依て

$$-C_b = 3.727 + 21666 \frac{2}{3} = 0$$

$$\text{即 } C_b = \frac{21666}{3.727} = +5813 \text{ 封度}$$

D_d にわざば

$$-D_d \times 7.454 + 35000 = 0$$

$$\text{即 } D_d = \frac{35000}{7.454} = +4691 \text{ 封度}$$

E_f にありては

$$-E_f \times 11.151 + 40000 = 0$$

$$\text{即 } E_f = \frac{40000}{11.151} = +3587 \text{ 封度}$$

斜柱材應力 斜柱材にありては力率の中心は皆な A にあり ab にありては C_{ab} 及 L_a を切斷する横断面あるものと看做し左方の部分に働く所の重量は唯 BC に於る重量のみにして A に於て力率を生ず而して A に關し該重量の力率は A を通過する縦距にして其長は ab を

延長して交切する所の點より A に至るまでとす如何となればカルマン氏定義に基き BC の分力は S_0 と S_1 にして是則ち A を通過する縦距を限る線なればなり此力率は正なり尺度を以て之を測れば 5000 封度呪を得る ab の挺率は負にして 6.934 あり依て

$$-ab \times 6.934 + 5000 = 0$$

$$\text{即 } ab = \frac{5000}{6.934} = +721 \text{ 封度}$$

bc にありては力率及挺率とも ab にあるものと等し唯挺率は正あり依て

$$bc = -721 \text{ 封度}$$

cd にありては力率は BC 及 CD に於る重量の A 點に關する力率の和あり如何とあれは D_{cd} 及 L_c を切斷するときは此の二個の重量共に左方に働けはなり此力率の和は A を通過する縦距にして其長は bc を延長して交切する所の點より A に至るまでとす尺度を以て之を測れば 15000

を得る而して挺率は負なり依て

$$-cd \times 13.869 + 15000 = 0$$

$$\text{即 } cd = \frac{15000}{13.869} = +1081 \text{ 封度}$$

de にありては力率は前に同じ挺率は正にして 16.2 なり依て

$$de \times 16.2 + 15000 = 0$$

$$\text{即 } de = -\frac{15000}{16.2} = -926 \text{ 封度}$$

ef にありては力率は正にして其價は A を通過する縦距が延長したる ea 線に依て限らるゝ所までとす尺度を以て之を測れば 30000 を得る而して挺率は負なり依て

$$-ef \times 20.803 + 30000 = 0$$

$$\text{即 } ef = \frac{30000}{20.803} = +1442 \text{ 封度}$$

f' にありては g' 同力率なり唯挺率は正にして 25 なり然るに g' ある材片も亦た切斷せらるゝ一材片にして同しく A に關し力率を有す是

れ算加すべきの一材料にして其價は f_e に於ると同一なり依て

$$f^e \times 25 + 60000 = 0$$

即 $f^e = -2400$ 封度

第三十二款 結論 以上は(一)圖算上力の分解法、(二)代數學上力の分解法、(三)代數學上力率法、(四)圖算上力率法の四算法の原理を説き之を第五圖の桁構に應用せり此の桁構は元來家屋に適用するものにして既に論究せし力は所謂死重と稱す橋梁に於ては常に死重の外に活重の計算を要するものなれども讀者をして一時に難問題に入らしむるときは却て了解に困難を覺へしむるの感ありしを以て聊か了解し易きものに應用せり今試に之が批評を下し以て結論せんとす

第一法は實に一覗瞭然能く各材片の應力の性質及大小を示めすと雖とも非常に大なる尺度を用ひされば精密を欠くと云ふへし然れども之を第二法に比するときは甚だ簡易にして適當の縮尺を撰用すると

きの實際に於て大なる誤差を生せず第三法は第二法に比して計算方法や簡單にして第五圖の如き等形同狀の桁構には最も適切の法とす
然きとも若し材片の傾斜各々相異なる如き桁構に於ては挺率の計算
大に手數を要するか故に便ならざるなり此の如き場合には第一法を
以て最も便なりとす然り而して第二法又は第三法の便なる點は一度
ひ算式を考出する時は他の等形同狀の桁構には單に適當の數字を換
用すれば直に應力を算定するを得へし第四法は上下両部臥材の應力を
勘定するに便なりと雖とも斜柱材には決して用ゆへからず如何と
なれば平衡多邊形の abc 等を延長して以て A を通過する垂線を交切
するに當り其方向に於て小變あるときは結果に於て大變を生ずれは
なり要するに以上四法の内第五圖の如き桁構には第一法を以て各材
片の應力を書算し其終りの材片に至り第三法を以て檢算するを最も
便且通法とす

之を要するに圖算法は不規則の材片を有し不等の重量を負課せらるゝ桁構の計算に適用すべく代數學法は等形同狀の材片を有する桁構に適用すべきものとす而して圖算法は精密を欠くか故に若し圖算法を用ゆるときは終りの材片に至り之のみを代數學を以て計算し両者互に大差なきときは決して實際不都合なきものとす

● プラットトラス及ハウトラスに於る

最大應力表

本表はプラットトラス及ハウトラスの各構材に於る最大應力を示めず但荷重は各部平等一樣に懸るものとし構材の長亦都て同一とすWは一桁構一小間に於る死重にして橋梁長一尺毎の死重に一小間の長を乘し之を二分したるものLは一桁構一小間に於る活重にして橋梁長一尺毎の活重に一小間の長を乗し之を二分したるものθは斜材が垂

直線と爲す角度なり

表中第一段にあるW及Lの文字は實は下段にある數字に一々記すべ

きを略して上に掲げたり尾行にある乘數亦然り例へば十二小間
於る應力は $(5.5W + 5.5L)sec\theta$ なり Bc
に於る應力は $(\frac{1}{4}W + \frac{1}{4}L)sec\theta$ なり

本表死重は下路橋に於て桁構の
下部頂點に集合するものとし上
路橋に於て上部頂點に集合する
ものと假定す故に徑間非常に長
き下路橋にありては此假定に依
て得たる垂直材の應力は桁構の

