

室蘭工業大学 正員 中村作太郎

1. 主構の設計理論

図-1は3径間連続桁の中央径間を2ヒンジータで補剛した型式であり、中央径間がいちゆる逆ローゼ桁となる。この型式では中央径間が $(n+1)$ 個の格間を有するとすれば、全体では $(n+3)$ 次の高次不静定構造物となる。

計算仮定としてはローゼ桁の弾性設計解析に用いられる仮定を用い、曲げモーメントは部材を下方に凸に変曲させるものを正とし、

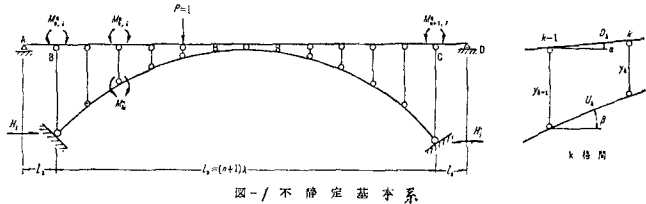


図-1 不静定基本系

垂直力は引張力を正とする。また主なる記号は次の通りとする。

O_k, U_k : 中央径間の格点における上弦材及び下弦材の長さ, F_k^o, F_k^u : 全上の上弦材及び下弦材の断面積, I_k^o, I_k^u : 全上の上弦材及び下弦材の慣性モーメント, O'_k, U'_k : 中央径間の上弦材及び下弦材の換算長, I_c : 標準慣性モーメント, I_s : 側径間の慣性モーメント, m_{ek} : 格点における単純梁としての曲げモーメント, M_o^o, M_{n+1}^o : 上弦材格点 O 及び $(n+1)$ 点における支点モーメント, ΔH : M_o^o, M_{n+1}^o による中央径間のみを取り出したときの水平反力の変位量, H_i^L : 側径間を考慮しない場合の水平反力, H_i^H : 水平反力, Z : 格点における支柱軸力, M_k^o, M_k^u : 上弦材及び下弦材格点 k 点における曲げモーメント。

不静定量として、上下弦材の格点に作用する支点モーメントと下弦材両端に作用する水平反力と、支点 B, C に作用する支点モーメントをとる。

(1). 中央径間格点モーメント $M_{k,i}^o, M_{k,i}^u$

上下弦材の任意の格点にそれぞれ三連モーメントの定理を適用し、毎方程式を格点 k 及び $(k+1)$ についてたて、それぞれの式の各々につきその差をとり、軸力 $\bar{U}_k = H \cos \beta + U'_k \sin \beta \approx \cos \beta$ とし M_{k+1}^o, M_{k+1}^u を消去すれば n 元連立一次方程式が得られる。結局 $M_{k,i}^o$ 及び $M_{k,i}^u$ は次式で示される。

$$\left. \begin{aligned} M_{k,i}^o &= t_k(m_{k,i} - h_k H_i) + b_{k,0}^o M_{k,i}^o + b_{k,n+1}^o M_{n+1,i}^o, \quad M_{k,i}^u = (1-t_k)(m_{k,i} - h_k H_i) + b_{k,0}^u M_{k,i}^o + b_{k,n+1}^u M_{n+1,i}^o \\ \text{ここに、} \quad b_{k,0}^o &= t_k(n+1-k) / (n+1) - 2a_{k,1} O'_k / (l_k' + l_{k+1}'), \quad b_{k,n+1}^o = t_k \cdot k / (n+1) - 2a_{k,n} O'_k / (l_k' + l_{k+1}'), \\ b_{k,0}^u &= (1-t_k)(n+1-k) / (n+1) + 2a_{k,1} O'_k / (l_k' + l_{k+1}'), \quad b_{k,n+1}^u = (1-t_k)k / (n+1) + 2a_{k,n} O'_k / (l_k' + l_{k+1}') \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

ただし、 $k = 1, 2, \dots, n$

(2). 支点 B, C の支点モーメント $M_{0,i}^o, M_{n+1,i}^o$

$$M_{0,i}^o = \{ -C_1(C_{0,i} + N_{B,i}) + C_2(C_{n+1,i} + N_{C,i}) \} / (C_1^2 - C_2^2), \quad M_{n+1,i}^o = \{ -C_1(C_{n+1,i} + N_{C,i}) + C_2(C_{0,i} + N_{B,i}) \} / (C_1^2 - C_2^2) \quad \dots \dots (2)$$

(3). 支点モーメント M_o^o による水平反力 ΔH

$$\Delta H = \left\{ \sum_{k=1}^{n+1} \left[O'_k b_{k,0}^o t_k h_k + U'_k b_{k,0}^u (1-t_k) h_k \right] O'_k \left\{ \left(\frac{2}{3} \right) b_{k,0}^o - 1 \right\} t_k l_k \right\} / \left\{ \sum_{k=1}^{n+1} \left[O'_k t_k h_k + U'_k (1-t_k) h_k \right] - \left(\frac{2}{3} \right) O'_k t_k h_k \right\} \quad \dots \dots (3)$$

$$(4). \text{水平反力 } H_i^H \quad H_i^H = H_i^L + \Delta H (M_{0,i}^o + M_{n+1,i}^o) \quad \dots \dots (4)$$

(5). セン断力 $V_{R,i}$

上弦材: $V_{R,i}^o = (M_{RH,i}^o - M_{R,i}^o) / \lambda$, 下弦材: $V_{R,i}^u = (M_{RH,i}^u - M_{R,i}^u) / \lambda + H_i^H \tan \theta_{RH}$ ----- (5)

(6). 支柱軸力 $Z_{R,i}$

中間支柱: $Z_{R,i} = V_{R,i} - V_{R,i+1} + d_{R,i}$, 端支柱: $Z_{L,i} = V_{L,i} - V_{L,i+1} + \rho$
ここに, $d_{R,i}$: Knoneckerの記号 ($R=i$, $d_{R,i}=1$; $R \neq i$, $d_{R,i}=0$)
 ρ : 側径間を単純梁と考えたときの反力

2. 電子計算機による応力計算

図-2~4に示す連続桁式逆ローゼ桁橋について、デジタル電子計算機FACOM-231(室蘭工業大学所有)を利用し、主樑及び横構の応力計算を行い、好結果をおさめたのでその概要について述べる。

(1). 主樑の応力計算

図-4のFlow Chartにより、表-1のProgramをくみ、計算の結果、図-6, 7の成果をおさめた。

(2). 横構の応力計算

図-5のFlow Chartにより、図-4、主樑の表-2のProgramをくみ計算を行った。その結果については紙面の関係で省略するが、やはり好成果をおさめた。

電子計算機による解析は今後益々有望と考える。

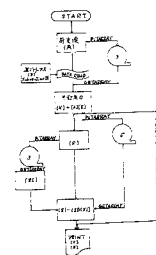


図-5、横構のFlow Chart

```

      1000  REM ***** MAIN PROGRAM *****
      1010  DIM A(100), B(100), C(100), D(100), E(100), F(100), G(100), H(100), I(100), J(100), K(100), L(100), M(100), N(100), O(100), P(100), Q(100), R(100), S(100), T(100), U(100), V(100), W(100), X(100), Y(100), Z(100)
      1020  DIM A1(100), A2(100), A3(100), A4(100), A5(100), A6(100), A7(100), A8(100), A9(100), A10(100), A11(100), A12(100), A13(100), A14(100), A15(100), A16(100), A17(100), A18(100), A19(100), A20(100)
      1030  DIM B1(100), B2(100), B3(100), B4(100), B5(100), B6(100), B7(100), B8(100), B9(100), B10(100), B11(100), B12(100), B13(100), B14(100), B15(100), B16(100), B17(100), B18(100), B19(100), B20(100)
      1040  DIM C1(100), C2(100), C3(100), C4(100), C5(100), C6(100), C7(100), C8(100), C9(100), C10(100), C11(100), C12(100), C13(100), C14(100), C15(100), C16(100), C17(100), C18(100), C19(100), C20(100)
      1050  DIM D1(100), D2(100), D3(100), D4(100), D5(100), D6(100), D7(100), D8(100), D9(100), D10(100), D11(100), D12(100), D13(100), D14(100), D15(100), D16(100), D17(100), D18(100), D19(100), D20(100)
      1060  DIM E1(100), E2(100), E3(100), E4(100), E5(100), E6(100), E7(100), E8(100), E9(100), E10(100), E11(100), E12(100), E13(100), E14(100), E15(100), E16(100), E17(100), E18(100), E19(100), E20(100)
      1070  DIM F1(100), F2(100), F3(100), F4(100), F5(100), F6(100), F7(100), F8(100), F9(100), F10(100), F11(100), F12(100), F13(100), F14(100), F15(100), F16(100), F17(100), F18(100), F19(100), F20(100)
      1080  DIM G1(100), G2(100), G3(100), G4(100), G5(100), G6(100), G7(100), G8(100), G9(100), G10(100), G11(100), G12(100), G13(100), G14(100), G15(100), G16(100), G17(100), G18(100), G19(100), G20(100)
      1090  DIM H1(100), H2(100), H3(100), H4(100), H5(100), H6(100), H7(100), H8(100), H9(100), H10(100), H11(100), H12(100), H13(100), H14(100), H15(100), H16(100), H17(100), H18(100), H19(100), H20(100)
      1100  DIM I1(100), I2(100), I3(100), I4(100), I5(100), I6(100), I7(100), I8(100), I9(100), I10(100), I11(100), I12(100), I13(100), I14(100), I15(100), I16(100), I17(100), I18(100), I19(100), I20(100)
      1110  DIM J1(100), J2(100), J3(100), J4(100), J5(100), J6(100), J7(100), J8(100), J9(100), J10(100), J11(100), J12(100), J13(100), J14(100), J15(100), J16(100), J17(100), J18(100), J19(100), J20(100)
      1120  DIM K1(100), K2(100), K3(100), K4(100), K5(100), K6(100), K7(100), K8(100), K9(100), K10(100), K11(100), K12(100), K13(100), K14(100), K15(100), K16(100), K17(100), K18(100), K19(100), K20(100)
      1130  DIM L1(100), L2(100), L3(100), L4(100), L5(100), L6(100), L7(100), L8(100), L9(100), L10(100), L11(100), L12(100), L13(100), L14(100), L15(100), L16(100), L17(100), L18(100), L19(100), L20(100)
      1140  DIM M1(100), M2(100), M3(100), M4(100), M5(100), M6(100), M7(100), M8(100), M9(100), M10(100), M11(100), M12(100), M13(100), M14(100), M15(100), M16(100), M17(100), M18(100), M19(100), M20(100)
      1150  DIM N1(100), N2(100), N3(100), N4(100), N5(100), N6(100), N7(100), N8(100), N9(100), N10(100), N11(100), N12(100), N13(100), N14(100), N15(100), N16(100), N17(100), N18(100), N19(100), N20(100)
      1160  DIM O1(100), O2(100), O3(100), O4(100), O5(100), O6(100), O7(100), O8(100), O9(100), O10(100), O11(100), O12(100), O13(100), O14(100), O15(100), O16(100), O17(100), O18(100), O19(100), O20(100)
      1170  DIM P1(100), P2(100), P3(100), P4(100), P5(100), P6(100), P7(100), P8(100), P9(100), P10(100), P11(100), P12(100), P13(100), P14(100), P15(100), P16(100), P17(100), P18(100), P19(100), P20(100)
      1180  DIM Q1(100), Q2(100), Q3(100), Q4(100), Q5(100), Q6(100), Q7(100), Q8(100), Q9(100), Q10(100), Q11(100), Q12(100), Q13(100), Q14(100), Q15(100), Q16(100), Q17(100), Q18(100), Q19(100), Q20(100)
      1190  DIM R1(100), R2(100), R3(100), R4(100), R5(100), R6(100), R7(100), R8(100), R9(100), R10(100), R11(100), R12(100), R13(100), R14(100), R15(100), R16(100), R17(100), R18(100), R19(100), R20(100)
      1200  DIM S1(100), S2(100), S3(100), S4(100), S5(100), S6(100), S7(100), S8(100), S9(100), S10(100), S11(100), S12(100), S13(100), S14(100), S15(100), S16(100), S17(100), S18(100), S19(100), S20(100)
      1210  DIM T1(100), T2(100), T3(100), T4(100), T5(100), T6(100), T7(100), T8(100), T9(100), T10(100), T11(100), T12(100), T13(100), T14(100), T15(100), T16(100), T17(100), T18(100), T19(100), T20(100)
      1220  DIM U1(100), U2(100), U3(100), U4(100), U5(100), U6(100), U7(100), U8(100), U9(100), U10(100), U11(100), U12(100), U13(100), U14(100), U15(100), U16(100), U17(100), U18(100), U19(100), U20(100)
      1230  DIM V1(100), V2(100), V3(100), V4(100), V5(100), V6(100), V7(100), V8(100), V9(100), V10(100), V11(100), V12(100), V13(100), V14(100), V15(100), V16(100), V17(100), V18(100), V19(100), V20(100)
      1240  DIM W1(100), W2(100), W3(100), W4(100), W5(100), W6(100), W7(100), W8(100), W9(100), W10(100), W11(100), W12(100), W13(100), W14(100), W15(100), W16(100), W17(100), W18(100), W19(100), W20(100)
      1250  DIM X1(100), X2(100), X3(100), X4(100), X5(100), X6(100), X7(100), X8(100), X9(100), X10(100), X11(100), X12(100), X13(100), X14(100), X15(100), X16(100), X17(100), X18(100), X19(100), X20(100)
      1260  DIM Y1(100), Y2(100), Y3(100), Y4(100), Y5(100), Y6(100), Y7(100), Y8(100), Y9(100), Y10(100), Y11(100), Y12(100), Y13(100), Y14(100), Y15(100), Y16(100), Y17(100), Y18(100), Y19(100), Y20(100)
      1270  DIM Z1(100), Z2(100), Z3(100), Z4(100), Z5(100), Z6(100), Z7(100), Z8(100), Z9(100), Z10(100), Z11(100), Z12(100), Z13(100), Z14(100), Z15(100), Z16(100), Z17(100), Z18(100), Z19(100), Z20(100)
      1280  DIM A11(100), A12(100), A13(100), A14(100), A15(100), A16(100), A17(100), A18(100), A19(100), A20(100), A21(100), A22(100), A23(100), A24(100), A25(100), A26(100), A27(100), A28(100), A29(100), A30(100)
      1290  DIM B11(100), B12(100), B13(100), B14(100), B15(100), B16(100), B17(100), B18(100), B19(100), B20(100), B21(100), B22(100), B23(100), B24(100), B25(100), B26(100), B27(100), B28(100), B29(100), B30(100)
      1300  DIM C11(100), C12(100), C13(100), C14(100), C15(100), C16(100), C17(100), C18(100), C19(100), C20(100), C21(100), C22(100), C23(100), C24(100), C25(100), C26(100), C27(100), C28(100), C29(100), C30(100)
      1310  DIM D11(100), D12(100), D13(100), D14(100), D15(100), D16(100), D17(100), D18(100), D19(100), D20(100), D21(100), D22(100), D23(100), D24(100), D25(100), D26(100), D27(100), D28(100), D29(100), D30(100)
      1320  DIM E11(100), E12(100), E13(100), E14(100), E15(100), E16(100), E17(100), E18(100), E19(100), E20(100), E21(100), E22(100), E23(100), E24(100), E25(100), E26(100), E27(100), E28(100), E29(100), E30(100)
      1330  DIM F11(100), F12(100), F13(100), F14(100), F15(100), F16(100), F17(100), F18(100), F19(100), F20(100), F21(100), F22(100), F23(100), F24(100), F25(100), F26(100), F27(100), F28(100), F29(100), F30(100)
      1340  DIM G11(100), G12(100), G13(100), G14(100), G15(100), G16(100), G17(100), G18(100), G19(100), G20(100), G21(100), G22(100), G23(100), G24(100), G25(100), G26(100), G27(100), G28(100), G29(100), G30(100)
      1350  DIM H11(100), H12(100), H13(100), H14(100), H15(100), H16(100), H17(100), H18(100), H19(100), H20(100), H21(100), H22(100), H23(100), H24(100), H25(100), H26(100), H27(100), H28(100), H29(100), H30(100)
      1360  DIM I11(100), I12(100), I13(100), I14(100), I15(100), I16(100), I17(100), I18(100), I19(100), I20(100), I21(100), I22(100), I23(100), I24(100), I25(100), I26(100), I27(100), I28(100), I29(100), I30(100)
      1370  DIM J11(100), J12(100), J13(100), J14(100), J15(100), J16(100), J17(100), J18(100), J19(100), J20(100), J21(100), J22(100), J23(100), J24(100), J25(100), J26(100), J27(100), J28(100), J29(100), J30(100)
      1380  DIM K11(100), K12(100), K13(100), K14(100), K15(100), K16(100), K17(100), K18(100), K19(100), K20(100), K21(100), K22(100), K23(100), K24(100), K25(100), K26(100), K27(100), K28(100), K29(100), K30(100)
      1390  DIM L11(100), L12(100), L13(100), L14(100), L15(100), L16(100), L17(100), L18(100), L19(100), L20(100), L21(100), L22(100), L23(100), L24(100), L25(100), L26(100), L27(100), L28(100), L29(100), L30(100)
      1400  DIM M11(100), M12(100), M13(100), M14(100), M15(100), M16(100), M17(100), M18(100), M19(100), M20(100), M21(100), M22(100), M23(100), M24(100), M25(100), M26(100), M27(100), M28(100), M29(100), M30(100)
      1410  DIM N11(100), N12(100), N13(100), N14(100), N15(100), N16(100), N17(100), N18(100), N19(100), N20(100), N21(100), N22(100), N23(100), N24(100), N25(100), N26(100), N27(100), N28(100), N29(100), N30(100)
      1420  DIM O11(100), O12(100), O13(100), O14(100), O15(100), O16(100), O17(100), O18(100), O19(100), O20(100), O21(100), O22(100), O23(100), O24(100), O25(100), O26(100), O27(100), O28(100), O29(100), O30(100)
      1430  DIM P11(100), P12(100), P13(100), P14(100), P15(100), P16(100), P17(100), P18(100), P19(100), P20(100), P21(100), P22(100), P23(100), P24(100), P25(100), P26(100), P27(100), P28(100), P29(100), P30(100)
      1440  DIM Q11(100), Q12(100), Q13(100), Q14(100), Q15(100), Q16(100), Q17(100), Q18(100), Q19(100), Q20(100), Q21(100), Q22(100), Q23(100), Q24(100), Q25(100), Q26(100), Q27(100), Q28(100), Q29(100), Q30(100)
      1450  DIM R11(100), R12(100), R13(100), R14(100), R15(100), R16(100), R17(100), R18(100), R19(100), R20(100), R21(100), R22(100), R23(100), R24(100), R25(100), R26(100), R27(100), R28(100), R29(100), R30(100)
      1460  DIM S11(100), S12(100), S13(100), S14(100), S15(100), S16(100), S17(100), S18(100), S19(100), S20(100), S21(100), S22(100), S23(100), S24(100), S25(100), S26(100), S27(100), S28(100), S29(100), S30(100)
      1470  DIM T11(100), T12(100), T13(100), T14(100), T15(100), T16(100), T17(100), T18(100), T19(100), T20(100), T21(100), T22(100), T23(100), T24(100), T25(100), T26(100), T27(100), T28(100), T29(100), T30(100)
      1480  DIM U11(100), U12(100), U13(100), U14(100), U15(100), U16(100), U17(100), U18(100), U19(100), U20(100), U21(100), U22(100), U23(100), U24(100), U25(100), U26(100), U27(100), U28(100), U29(100), U30(100)
      1490  DIM V11(100), V12(100), V13(100), V14(100), V15(100), V16(100), V17(100), V18(100), V19(100), V20(100), V21(100), V22(100), V23(100), V24(100), V25(100), V26(100), V27(100), V28(100), V29(100), V30(100)
      1500  DIM W11(100), W12(100), W13(100), W14(100), W15(100), W16(100), W17(100), W18(100), W19(100), W20(100), W21(100), W22(100), W23(100), W24(100), W25(100), W26(100), W27(100), W28(100), W29(100), W30(100)
      1510  DIM X11(100), X12(100), X13(100), X14(100), X15(100), X16(100), X17(100), X18(100), X19(100), X20(100), X21(100), X22(100), X23(100), X24(100), X25(100), X26(100), X27(100), X28(100), X29(100), X30(100)
      1520  DIM Y11(100), Y12(100), Y13(100), Y14(100), Y15(100), Y16(100), Y17(100), Y18(100), Y19(100), Y20(100), Y21(100), Y22(100), Y23(100), Y24(100), Y25(100), Y26(100), Y27(100), Y28(100), Y29(100), Y30(100)
      1530  DIM Z11(100), Z12(100), Z13(100), Z14(100), Z15(100), Z16(100), Z17(100), Z18(100), Z19(100), Z20(100), Z21(100), Z22(100), Z23(100), Z24(100), Z25(100), Z26(100), Z27(100), Z28(100), Z29(100), Z30(100)
      1540  DIM A111(100), A112(100), A113(100), A114(100), A115(100), A116(100), A117(100), A118(100), A119(100), A120(100), A121(100), A122(100), A123(100), A124(100), A125(100), A126(100), A127(100), A128(100), A129(100), A130(100)
      1550  DIM B111(100), B112(100), B113(100), B114(100), B115(100), B116(100), B117(100), B118(100), B119(100), B120(100), B121(100), B122(100), B123(100), B124(100), B125(100), B126(100), B127(100), B128(100), B129(100), B130(100)
      1560  DIM C111(100), C112(100), C113(100), C114(100), C115(100), C116(100), C117(100), C118(100), C119(100), C120(100), C121(100), C122(100), C123(100), C124(100), C125(100), C126(100), C127(100), C128(100), C129(100), C130(100)
      1570  DIM D111(100), D112(100), D113(100), D114(100), D115(100), D116(100), D117(100), D118(100), D119(100), D120(100), D121(100), D122(100), D123(100), D124(100), D125(100), D126(100), D127(100), D128(100), D129(100), D130(100)
      1580  DIM E111(100), E112(100), E113(100), E114(100), E115(100), E116(100), E117(100), E118(100), E119(100), E120(100), E121(100), E122(100), E123(100), E124(100), E125(100), E126(100), E127(100), E128(100), E129(100), E130(100)
      1590  DIM F111(100), F112(100), F113(100), F114(100), F115(100), F116(100), F117(100), F118(100), F119(100), F120(100), F121(100), F122(100), F123(100), F124(100), F125(100), F126(100), F127(100), F128(100), F129(100), F130(100)
      1600  DIM G111(100), G112(100), G113(100), G114(100), G115(100), G116(100), G117(100), G118(100), G119(100), G120(100), G121(100), G122(100), G123(100), G124(100), G125(100), G126(100), G127(100), G128(100), G129(100), G130(100)
      1610  DIM H111(100), H112(100), H113(100), H114(100), H115(100), H116(100), H117(100), H118(100), H119(100), H120(100), H121(100), H122(100), H123(100), H124(100), H125(100), H126(100), H127(100), H128(100), H129(100), H130(100)
      1620  DIM I111(100), I112(100), I113(100), I114(100), I115(100), I116(100), I117(100), I118(100), I119(100), I120(100), I121(100), I122(100), I123(100), I124(100), I125(100), I126(100), I127(100), I128(100), I129(100), I130(100)
      1630  DIM J111(100), J112(100), J113(100), J114(100), J115(100), J116(100), J117(100), J118(100), J119(100), J120(100), J121(100), J122(100), J123(100), J124(100), J125(100), J126(100), J127(100), J128(100), J129(100), J130(100)
      1640  DIM K111(100), K112(100), K113(100), K114(100), K115(100), K116(100), K117(100), K118(100), K119(100), K120(100), K121(100), K122(100), K123(100), K124(100), K125(100), K126(100), K127(100), K128(100), K129(100), K130(100)
      1650  DIM L111(100), L112(100), L113(100), L114(100), L115(100), L116(100), L117(100), L118(100), L119(100), L120(100), L121(100), L122(100), L123(100), L124(100), L125(100), L126(100), L127(100), L128(100), L129(100), L130(100)
      1660  DIM M111(100), M112(100), M113(100), M114(100), M115(100), M116(100), M117(100), M118(100), M119(100), M120(100), M121(100), M122(100), M123(100), M124(100), M125(100), M126(100), M127(100), M128(100), M129(100), M130(100)
      1670  DIM N111(100), N112(100), N113(100), N114(100), N115(100), N116(100), N117(100), N118(100), N119(100), N120(100), N121(100), N122(100), N123(100), N124(100), N125(100), N126(100
```