

(183) ジグザグバネ梁の応力解析

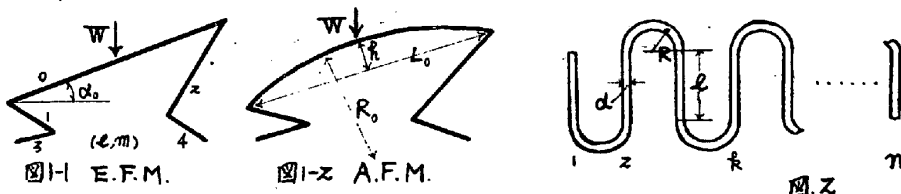
川崎製鉄 技術研究所

神崎文昭 篠原凡平

○新井和夫

1.序 最近、コイルバネに代ってベッドやシート等にジグザグバネ梁が使用され
つゝある。しかしこれまでこの梁の撓み及び応力に関する研究はあまり報告されて
いない。そこで実際に使用される形状について、撓みと応力の解析を試みた。

2.撓みの解析 使用される梁の立面形状は、図1、図1-2 に略記したようなもの
のである。前者をE.F.M.、後者をA.F.M.で略称する。ジグザグバネは図2に示す
ように半円部分と真直部分とからできている。フックマウス部の末端を固定し、主梁の
中心に集中荷重Wを作用させたときの荷重作用点の撓みを表わす式を求めた。バネ
に働く応力として、真直部分には全体を板梁と考えた場合の曲げ応力と相当する撓
り応力と、各真直部分を樑梁とする曲げ応力が考えられ、半円部分には撓りと曲げ
応力が同時に働く。各応力及び部分梁別に作用点に寄与する撓みの解析結果を表1
に示す。半δiが総撓みとなり、計算値は測定結果と比較的良く一致した。



n: 梁の真直部分の総数
l: 梁端からの真直部分の番号
d: 素線径
R: 半円部分の曲率半径
l: 真直部分の長さ

表1 ジグザグバネ梁の撓み解析結果

δ_i/W	δ_1/W (真直部分に働く撓り応力に対する撓み)	δ_2/W (半円部分に働く撓り応力に対する撓み)	δ_3/W (半円部分に働く曲げ応力に対する撓み)	δ_4/W
E.F.M. M	$2R\beta(m-1)\{(m-1)^2+8\} \cos^2\alpha_0$	$R\alpha(m-1)\{(m-1)^2+P_2\} \cos^2\alpha_0$	$2R\alpha(m-1)\{(m-1)^2+Q_2\} \cos^2\alpha_0$	$\pi^2 R\beta^3(m-1)$
E.F.M. S	$4R\beta \sum_{z=1}^{m-1} (m_m-1) \bar{J}_{em}$	$2R\alpha \sum_{z=1}^{m-1} (m_m-1) \{\bar{J}_{em} + P_3 \cos^2\alpha_m\}$	$4R\alpha \sum_{z=1}^{m-1} (m_m-1) \{\bar{J}_{em} + Q_3 \cos^2\alpha_m\}$	$\frac{1}{2} \pi^2 R\beta^3 \sum_{z=1}^{m-1} (m_m-1)$
A.F.M. M	$6R\alpha\beta \sum_{z=1}^{m-1} \left\{ \frac{z}{2} (X_{z\pm} + Y_{z\pm} \tan\alpha) \right\} \cos^2\alpha_0$	$\frac{3}{2} R\alpha \sum_{z=1}^{m-1} \left\{ \frac{z}{2} (X_{z\pm}^2 + P_1 \frac{z}{2} U_{z\pm}^2) \right\} \cos^2\alpha_0$	$\frac{3}{2} R\alpha \sum_{z=1}^{m-1} \left\{ \frac{z}{2} (X_{z\pm}^2 + Q_1 \frac{z}{2} U_{z\pm}^2) \right\} \cos^2\alpha_0$	$\pi^2 R\beta^3(m-1)$
A.F.M. S	$4R\alpha\beta \sum_{z=1}^{m-1} \left\{ \frac{z}{2} (m_m-1) \bar{I}_{em\pm} \right\}$	$2R\alpha \sum_{z=1}^{m-1} \left\{ \frac{z}{2} (m_m-1) (\bar{I}_{em\pm} + P_3 \cos^2\alpha_m) \right\}$	$4R\alpha \sum_{z=1}^{m-1} \left\{ \frac{z}{2} (m_m-1) (\bar{I}_{em\pm} + Q_3 \cos^2\alpha_m) \right\}$	$\frac{1}{2} \pi^2 R\beta^3 \sum_{z=1}^{m-1} (m_m-1)$

$R = R_0/3 \sin\alpha_0$, $\beta = R_0/3 \cos\alpha_0$, $\alpha = L/R$, $\beta = l/R$, $R_0 = (L^2 + 4R^2)/8R$, $l_{\pm} = L_0 \cos\alpha_0 \pm zR \sin\alpha_0$
 $X_{z\pm} = C_1 - z \sin K_{z\pm}$, $Y_{z\pm} = z \cos K_{z\pm} - C_2$, $C_1 = L_0/zR_0$, $C_2 = z - R_0/R_0$, $K_{z\pm} = (m-1)zR_0/\alpha$; ($l=1, z, 3, 4, \dots$; $m-l=0, z$)
 $\bar{X}_{z\pm} = X_{z\pm} \pm X_{z\pm}$, $\bar{Y}_{z\pm} = Y_{z\pm} \pm Y_{z\pm}$, $\bar{U}_{z\pm} = \bar{X}_{z\pm} \pm \bar{Y}_{z\pm} \tan\alpha$; $P_1 = (\pi/2)^2 + 4\alpha + z$, $P_2 = 4(3P-1)$, $P_3 = 3(P-1)$, $Q_1 = (\pi/2)^2$, $Q_2 = 4(3Q-1)$, $Q_3 = 3(Q-1)$
 $\bar{J}_{em} = 3 \sum_{z=1}^{m-1} \{(m_m-1)z\} \cos^2\alpha_m$, $\bar{J}_{em} = z(m-1) \cos\alpha_0 - z(m-1) \cos\alpha_0 + (m-1) \cos\alpha_m$; $\bar{I}_{em\pm} = 3 \sum_{z=1}^{m-1} \{(m_m-1)z\} \cos^2\alpha_m$, $\bar{I}_{em\pm} = l_{\pm}/4R - z(m-1) \cos\alpha_0 + (m-1) \cos\alpha_m$

3.応力の解析 前節と同様の解析条件により行った主梁についての応力解析結果
を表2に示す。真直部分に働く撓り応力は、半円部分に働く撓り応力式において
、 $\theta=0$ として表わされる。この解析により応力の最大となる箇所は、主梁の最外側
半円の $\theta \approx 52/6$ なる部分であることがわかった。半円部分に働く合成応力の測定は
困難なので真直部分についてのみ、抵抗線歪計を用いて応力測定を行った。比較的
測定値に近い応力が計算によって得られた。

表2 主梁部分の応力解析結果

	σ_s/W (半円部分に働く撓り応力)	σ_b/W (半円部分に働く曲げ応力)
E.F.M. M	$\frac{4R}{\pi d^3} z(zR-1) \cos\theta - \beta \sin\theta - z \cos\alpha_0$	$\frac{8R}{\pi d^3} z(zR-1) \sin\theta + \beta \cos\theta \cos\alpha_0$
E.F.M. S	$\frac{4R}{\pi d^3} 4R_0 \cos\theta - \beta_0 \sin\theta - z \cos\alpha_0$	$\frac{8R}{\pi d^3} 4R_0 \sin\theta + \beta_0 \cos\theta \cos\alpha_0$
A.F.M.	$\frac{4R_0 \beta}{\pi d^3} \left\{ z + \frac{4(X_{z\pm} + Y_{z\pm} \tan\alpha)}{\alpha} \right\} \cos\theta - \beta \sin\theta - z \cos\alpha_0$	$\frac{8R_0 \beta}{\pi d^3} \left\{ z + \frac{4(X_{z\pm} + Y_{z\pm} \tan\alpha)}{\alpha} \right\} \sin\theta + \beta \cos\theta \cos\alpha_0$

