

I-40 三角格子について

九州大学工学部 正員 村上 正
 〇 信州大学工学部 正員 吉田 俊弥

§1 ま え が き

部材をその軸が三角形の一辺となるように組んだ格子 (図-1) を、三角格子と名づける。普通の格子 (四角格子とでもいって可い) に対角線となる部材を入れたものと見ることが出来る。このような格子のたわみ、および端モーメントの影響線も求めて、普通の格子のそれと対比して、三角格子が充分実用に供し得ることを認めた。

§2 影 響 線

三角格子の解法としては、たわみ角式とねじり角式とを併用する吉田の方法^{(1)~(3)}を用いる。影響線を求めるには M-Breslau の原理による。この原理が指示する格子の変形条件は、簡単にたわみ角式の中へ盛りこむことができる⁽⁴⁾。計算の要旨を記せば次の通り。

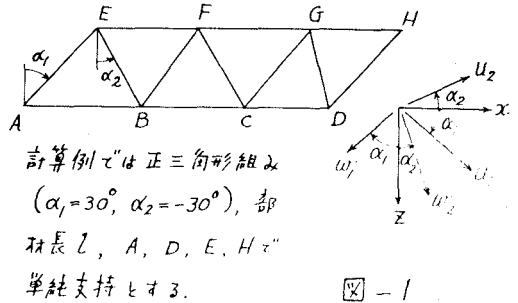


図-1

1. 部材ごとに端モーメント式とねじり角式を書く。この場合、M-Breslau の原理が規定する変形条件を盛りこんでおくこと。また、三角格子では、たわみ角、ねじり角の軸、すなわち x, y, u, w があるが (図-1), すべて x, y に変換しておく。
2. 各節点で端モーメントのつりあい式 $\sum M_x = 0, \sum M_y = 0$ とおける。通常中、温度変化などを考慮する場合には、さらに $\sum M_z = 0$ の式を書く。これにより、たわみ角の数と一致した数の方程式が得られる。
3. 中間節点で垂直せん力のつりあい式 $\sum X_z = 0$ とおける。 $\sum M_y = 0$ の必要とするような問題では、水平せん力のつりあい式 $\sum X_x = 0, \sum X_w = 0$ と追加。これにより得られる方程式の数は部材角 R の数に等しい。
4. 上に得た連立方程式をとりて θ (又は ϕ), R (又は ψ) を求め、端モーメントを算定する。
5. 端モーメントから部材ごとにたわみ y を決める。
6. y と R を用いて、格子全体のたわみ線を描くことは容易である。この結果は、目的の影響線 (と相似) である。

§3 計 算 例

正三角形組みの格子のたわみ線 (y_0 -線) と、部材 BC の B 端の z 軸まわりの曲げモーメント線 (M_{zbc} -線) を求めた結果を、それぞれ図-2, 3 に示す。部材の剛比は、上げた $k_x=2.0, k_z=3.0$, 横げた $k_u=1.5, k_w=1.0$ とし、曲げ-ねじり相関係数 $\rho=0.1$ (ポアソン数 4) とした。別表は得

られた弾性方程式を示す。

横ばりを一つおきに除くと斜角 60° の四角格子になる。その y_B -線、 M_{zBC} -線を求めて、同じ図に示した。

		左												右								Σ		
		φ _A	φ _B	φ _C	φ _D	φ _E	φ _F	φ _G	φ _H	φ _A	φ _B	φ _C	φ _D	φ _E	φ _F	φ _G	φ _H	φ _{AB}	φ _{CD}	φ _{EF}	φ _{GH}	Σ	Σ	
ΣM _{zA} =0	1	+2.70	-0.40			+1.075				+1.212				+0.736								0	0	
ΣM _{zB} =0	2	-0.40	+5.40	-0.40		+1.075	+1.075							-0.736	+0.736			-2.60		+1.30		0	0	
ΣM _{zC} =0	3		-0.40	+5.40	-0.40		+1.075	+1.075							-0.736	+0.736			+2.60	+1.30	-1.30		0	0
ΣM _{zD} =0	4			-0.40	+5.00			+1.075	+1.075							-0.736	+0.736				-1.30		0	0
ΣM _{zE} =0	5	+1.075	+1.075			+5.00	-0.40			+0.736	-0.736							-1.30					0	0
ΣM _{zF} =0	6		+1.075	+1.075		-0.40	+5.40	-0.40			+0.736	-0.736						-1.30	+1.30	+2.60			0	0
ΣM _{zG} =0	7			+1.075	+1.075		-0.40	+5.40	-0.40			+0.736	-0.736						+1.30		-2.60		0	0
ΣM _{zH} =0	8				+1.075		-0.40	+2.70					+0.736				+1.212						0	0
ΣM _{zA} =0	9	+1.212				+0.736				+6.90	+3.00			+0.225				+3.00					0	0
ΣM _{zB} =0	10				-0.736	+0.736				+3.00	+3.80	+3.00		+0.225	+0.225				-3.00	+0.75			0	-2μ
ΣM _{zC} =0	11				-0.736	+0.736				+3.00	+3.80	+3.00		+0.225	+0.225				-3.00	-0.75	-0.75		0	-μ
ΣM _{zD} =0	12					-0.736	+0.736				+3.00	+7.80			+0.225	+0.225			+3.00		+0.75		0	0
ΣM _{zE} =0	13	+0.736	-0.736					+0.225	+0.225				+7.80	+3.00				+0.75		+3.00			0	0
ΣM _{zF} =0	14		+0.736	-0.736					+0.225	+0.225			+3.00	+3.80	+3.00			-0.75	-0.75		-3.00		0	0
ΣM _{zG} =0	15			+0.736	-0.736				+0.225	+0.225			+3.00	+3.80	+3.00				+0.75	-3.00			0	0
ΣM _{zH} =0	16				+0.736				+1.212					+0.225			+3.00	+6.90			+3.00		0	0
Σy _B =0	17		-2.60			-1.30	-1.30			+3.00		-3.00		+0.75	-0.75			+6.00	+2.00	-1.00		$\frac{P}{3}$	$+\mu$	
Σy _C =0	18			+2.60			+1.30	+1.30			-3.00		+3.00		-0.75	+0.75			+2.00	+6.00	+1.00	-1.00	0	$+\mu$
Σy _D =0	19			+1.30	+1.30					+0.75	-0.75			+3.00		-3.00			-1.00	+1.00	+6.00	+2.00	0	0
Σy _G =0	20			-1.30	-1.30			-2.60				-0.75	+0.75		-3.00		+3.00		-1.00	+2.00	+6.00		0	0

ただし $\mu = 6EK_0$

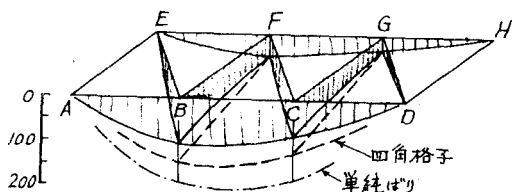


図-2 y_B -線 係数 $l^2/1000EK$

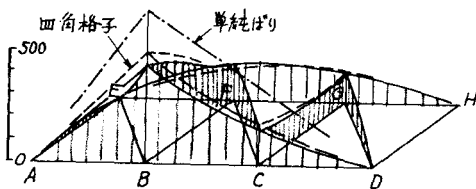


図-3 M_{zBC} -線 係数 $l/1000EK$

§4 お そ び

計算例の結果から推して、次のことが言えると思う。

1. 三角格子は四角格子に比べて部材数が多く、この点、不経済である。しかし、次のような利点がこの不利をカバーし、実用に適する。
2. たわみが小さくなるので、垂直荷重に対して四角格子よりも剛性が高い。また、横荷重に対してモウラスとして抵抗するから、やはり剛性に勝れている。
3. モーメントが小さくなるので、部材断面が節約される。
4. ストリンガーを設置する場合には、そのスパンが短かいから、小型なもので足りる。

参考文献

1. 吉田： 立体ラーメンの一数值解法，土木学会論文集，33号，1956
2. 同： Analysis of Rigid Frames in Space by Applying Slope-Deflection Formulas 信州大学工学部記要，12号，1961
3. 同： たわみ角法による格子の一解法，第17回土木学会年次学術講演会，1962
4. 村上，吉村： 構造力学，8版，コロナ社，1964