

Ⅱ-54 プレストレスト・ローゼ桁橋の設計試案とその力学的特性について

室蘭工業大学 正員 中村作太郎

最近、経済性、外観の軽快性および設計計算の簡単なることなどにより、ランガー桁橋が好んで多く架設せられるようになった。しかし、ランガー桁橋は、上述の利点に反し、剛性乏しく、振動性に富み、撓みが大きいほか、上弦材の曲げモーメントの影響を考慮しないため、力学上の理論が不完全であり、プレストレスト・ランガー桁橋の応力調整を行なう場合などに、種々支障を来す結果となる。筆者

は、この欠点を補い、理論を明快ならしめるため、上弦材の曲げモーメントによる二次的影響をも考慮に入れたローゼ桁の計算理論をランガー型式の橋(図-1参照)に用いた。更に、撓みの減少と断面応力の緩和減殺を目的として、下弦材に、若干の反り(1/200~1/250程度)をつけ、反りのために生ずる水平力(プレストレス)の増大によって、上、下両弦材の曲げ応力度並に、断面の合成応力度を減少させようとした。この際、問題となるのはどの程度の反りをつければ、応力調整上もつとも都合がよいかということになり、これを決めることがプレストレスト・ローゼ桁橋を設計する上の鍵となるわけである。

ローゼ桁橋では、下弦材のみでなく上弦材にも水平力が著しく影響するのでそれを考慮の上、全体としてもつとも経済的となる水平力の増大の値を見出し、それに相当する反りの量を求めればよいことになる。例えば、反りを1/200~1/250の範囲で幾通りか假定し、それぞれの場合に対する水平力の影響線図を垂き、下弦材水平なる場合の水平力の影響線図との差分影響線図より水平力の増大値(プレストレスの量)を計算し、もつとも都合よいプレストレスの量に相当する反りの値を見出せばよいわけである。これには、プレストレスト・ランガー桁橋におけるプレストレスの量決定方法が一応参考となる。ただし、プレストレスト・ローゼ桁橋においては、上弦材と下弦材に対し、同時に応力調整を行ない、全体としてもつとも都合のよい応力状態になるようなプレストレスの量を見出さなければならない。図-1は、支間 $\ell=90\text{ m}$ のランガー式プレストレスト・ローゼ桁橋(鋼道路一等橋)で、中央にて、反り1/225すなわち、40 cmつけて設計を試みたものである。

図-2は、下弦材水平なる場合と反りをつけた場合の水平力影響線の差を示したものでこの差分影響線図により、プレストレスの量を求めれば、18.7 tになる。これを同支間、

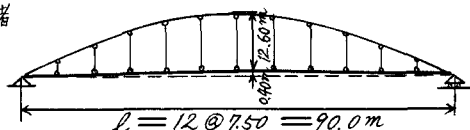


図-1 ランガー式・プレストレストローゼ桁橋

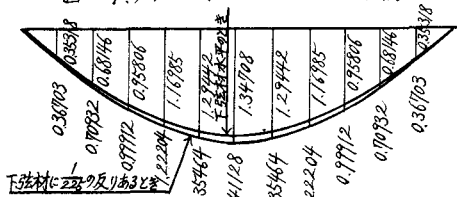


図-2 水平力(H)の影響線

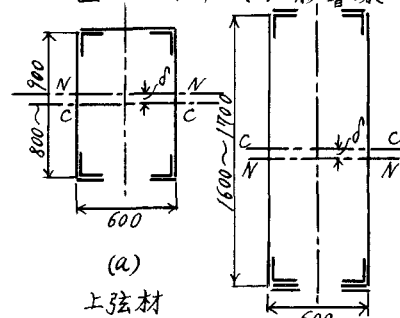


図-3 弦材断面

同型のプレストレスト・ランガー桁橋のプレストレストの量 17.5t に比べると興味あるものを感じる。図-3 は、上速のランガー式・プレストレスト・ローゼ桁橋の上弦材、下弦材の断面を示したもので、上弦材断面は、 O_1 ----1 cov.pl. 560 X 16, 2 Web. 900 X 20, 4 LS 150 X 150 X 19, 2 Pls 150 X 20 ; O_2 ----1 cov.pl. 560 X 16, 2 Web. 880 X 20, 4 LS 150 X 150 X 19, 2 Pls 150 X 20 ; O_3 ----1 cov.pl. 560 X 16, 2 Web. 860 X 20, 4 LS 150 X 150 X 19, 2 Pls 150 X 20 ; O_4 ----1 cov.pl. 560 X 16, 2 Web. 840 X 20, 4 LS 150 X 150 X 19, 2 Pls 150 X 20 ; O_5 ----1 cov.pl. 560 X 16, 2 Web. 820 X 20, 4 LS 150 X 150 X 19, 2 Pls 150 X 20 ; O_6 ----1 cov.pl. 560 X 16, 2 Web. 800 X 20, 4 LS 150 X 150 X 19, 2 Pls 150 X 20 ; 下弦材断面は、 U_1 ---2 cov.pl. 150 X 16, 2 Web. 1700 X 15, 4 LS 150 X 150 X 19, 4 Pl. 150 X 12 ; U_2 ---2 cov.pl. 150 X 16, 2 Web. 1680 X 15, 4 LS 150 X 150 X 19, 4 Pl. 150 X 12 ; U_3 ---2 cov.pl. 150 X 16, 2 Web. 1660 X 15 ; 4 LS 150 X 150 X 19, 4 Pl. 150 X 12 ; U_4 ---2 cov.pl. 150 X 16, 2 Web. 1640 X 15, 4 LS 150 X 150 X 19, 4 Pl. 150 X 12 ; U_5 ---2 cov.pl. 150 X 16, 2 Web. 1620 X 15, 4 LS 150 X 150 X 19, 4 Pl. 150 X 12 ; U_6 ---2 cov.pl. 150 X 16, 2 Web. 1600 X 15, 4 LS 150 X 150 X 19, 4 Pl. 150 X 12 を用いた。鋼道路橋設計示方書オ

26 条の規定によれば、曲げおよび圧縮力を受け 3 部材の応力は、(1) 式、曲げおよび引張力を受け 3 部材の応力は、(2) 式を満足しなければなら

$$\left. \begin{aligned} \frac{P}{F_g} + \frac{M}{W} \frac{\sigma_{ca1}}{1200} &\leq \sigma_{ca1}, \sigma_{ca1} = 1200 - 0.05 \left(\frac{l}{r} \right)^2 \\ \frac{P}{F_g} + \frac{M}{W} &\leq \sigma_{ca3}, \sigma_{ca3} = 1200 - 0.5 \left(\frac{l}{b} \right)^2 \\ \frac{P}{F_g} &\leq \sigma_{ca2}, \sigma_{ca2} = 1200 - 0.05 \left(\frac{l}{x} \right)^2 \end{aligned} \right\} (1)$$

茲に、 $\sigma_{ca1}, \sigma_{ca2}, \sigma_{ca3}$: 許容圧縮応力度 (kg/cm^2)
 $\frac{P}{F_g} + \frac{M}{W_t} \leq 1300 (\text{kg}/\text{cm}^2) \text{-----}(2)$

そこで、許容圧縮応力度、上弦材応力、下弦材応力などを求めれば、表-1~表-5 の如くなる。更に、下弦材水平なる同支間、同型のランガー式・ローゼ桁橋について計算を行なつて見たところ、反りを付けた上速の設計に比べ、上弦材、下弦材共、その作用応力が遙かに大きくなり、著しく不経済なる断面となつた。

また、反りを付けた設計では、下弦材水平なる場合に比べ、その撓みも可成り減少し、最大で、6.0 cm 程度となり、 $\frac{\delta_{\max}}{l} = \frac{1}{1500}$ で、充分、剛性に富んでいることがあつた。その詳細については、当日発表する予定である。尚、本研

究に対し協力頂いた室蘭工大土木工学科学生、小針宏幸、中野幹夫の両君に心から感謝の意を表する。

表-1. 許容圧縮応力度 $\sigma_{ca1}, \sigma_{ca2}, \sigma_{ca3}$

ℓ	r_1 (cm)	r_2 (cm)	l (cm)	$\sigma_{ca1} (\text{kg}/\text{cm}^2)$	$\sigma_{ca2} (\text{kg}/\text{cm}^2)$	$\sigma_{ca3} (\text{kg}/\text{cm}^2)$
1	35.51	25.50	1666.1	1087.9	986.6	874.47
2	34.81	25.47	1608.9	1093.2	1000.5	870.48
3	34.06	25.42	1562.9	1094.7	1011.0	869.74
4	33.33	25.38	1527.2	1094.7	1018.5	875.21
5	32.60	25.33	1508.7	1092.9	1022.7	883.86
6	31.86	25.27	1501.8	1088.9	1023.7	886.75

表-2. 上弦材応力 (正の M 最大のとき)

ℓ	$\frac{P}{F_g} (\text{kg}/\text{cm}^2)$	$\frac{M}{W_o} (\text{kg}/\text{cm}^2)$	$\frac{M}{W_o} \frac{\sigma_{ca1}}{1200} (\text{kg}/\text{cm}^2)$	$\frac{P}{F_g} + \frac{M}{W_o} \frac{\sigma_{ca1}}{1200}$	$\frac{P}{F_g} + \frac{M}{W_o}$
1	543.40	108.74	98.76	642.16	652.14
2	544.67	165.48	150.75	695.42	710.15
3	563.33	170.33	155.38	718.71	733.66
4	568.77	147.32	134.39	703.38	716.31
5	572.14	96.95	88.30	680.44	689.07
6	575.36	113.04	102.57	677.93	688.40

表-3. 上弦材応力 (水平力最大のとき)

ℓ	$\frac{P}{F_g} (\text{kg}/\text{cm}^2)$	$\frac{M}{W_u} (\text{kg}/\text{cm}^2)$	$\frac{M}{W_u} \frac{\sigma_{ca1}}{1200} (\text{kg}/\text{cm}^2)$	$\frac{P}{F_g} + \frac{M}{W_u} \frac{\sigma_{ca1}}{1200}$	$\frac{P}{F_g} + \frac{M}{W_u}$
1	671.02	-36.62	-33.26	724.28	727.64
2	677.84	-45.93	-41.84	721.68	725.97
3	668.86	-46.70	-42.78	711.64	715.76
4	665.48	-17.43	-17.73	683.21	684.71
5	665.30	-34.37	-31.30	676.60	689.67
6	676.45	-102.92	-93.39	769.84	777.37

表-4. 上弦材応力 (負の M 最大のとき)

ℓ	$\frac{P}{F_g} (\text{kg}/\text{cm}^2)$	$\frac{M}{W_u} (\text{kg}/\text{cm}^2)$	$\frac{M}{W_u} \frac{\sigma_{ca1}}{1200} (\text{kg}/\text{cm}^2)$	$\frac{P}{F_g} + \frac{M}{W_u} \frac{\sigma_{ca1}}{1200}$	$\frac{P}{F_g} + \frac{M}{W_u}$
1	632.34	-163.99	-148.74	781.28	776.33
2	544.67	-165.48	-150.75	695.42	710.15
3	586.20	-274.62	-268.77	854.97	880.82
4	583.54	-265.87	-242.62	826.16	853.43
5	561.67	-211.84	-192.73	754.60	743.51
6	572.20	-134.83	-122.35	714.55	727.13

表-5. 下弦材の応力 (kg/cm^2)

正の M. 最大のとき				負の M. 最大のとき				水平力. 最大のとき			
ℓ	$\frac{P}{F_n} (\text{kg}/\text{cm}^2)$	$\frac{M}{W_e} (\text{kg}/\text{cm}^2)$	$\frac{P}{F_n} + \frac{M}{W_e}$	ℓ	$\frac{P}{F_n} (\text{kg}/\text{cm}^2)$	$\frac{M}{W_e} (\text{kg}/\text{cm}^2)$	$\frac{P}{F_n} + \frac{M}{W_e}$	ℓ	$\frac{P}{F_n} (\text{kg}/\text{cm}^2)$	$\frac{M}{W_o} (\text{kg}/\text{cm}^2)$	$\frac{P}{F_n} + \frac{M}{W_o}$
1	477.66	447.04	918.70	1	550.53	-335.76	886.47	1	600.44	-75.01	675.45
2	484.56	672.55	1157.11	2	484.56	672.55	1157.11	2	605.16	-71.88	697.04
3	574.77	670.96	1245.73	3	540.52	-580.62	1121.14	3	607.74	-71.77	701.73
4	527.17	600.25	1125.42	4	538.74	-516.58	1055.32	4	614.81	-37.72	654.53
5	552.86	400.25	953.11	5	523.25	-682.73	1205.78	5	619.75	-18.08	637.83
6	531.40	470.86	1002.26	6	576.75	-314.03	860.78	6	624.77	2.50	874.75