

立命館大学 正員 伊藤 満
 名古屋大学 正員 福本 晴士

(1) はじめに

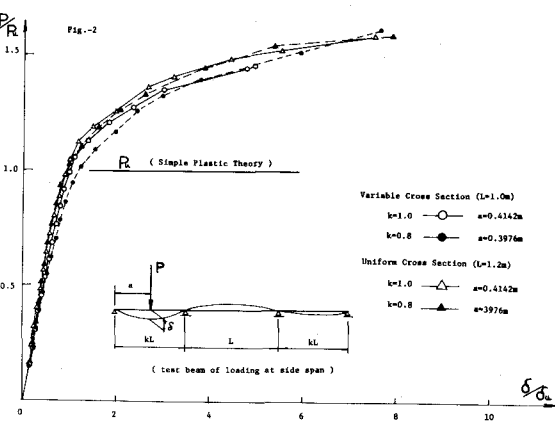
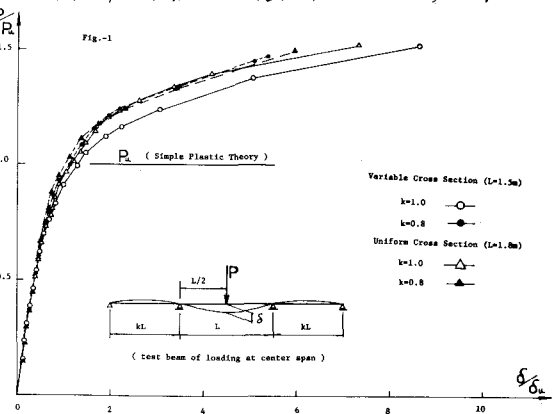
本研究は、昨年度の変断面格子桁の曲げ試験¹⁾の継続研究として変断面連続はりの崩壊実験を行ない、同時に3本支桁本橋桁の変断面格子桁の最小重量抵抗塑性モーメント分布を求めたものである。

連続はりの崩壊試験は、荷重の初動性、および重量最小化を目的とした単一初動荷重をうける三径間連続はりの塑性設計を行ない、それによって得られたはり断面を圧延H形鋼から製作加工し、(1)その極限強度、(2)崩壊性状に与えるすみ硬化の影響および残留応力の影響、(3)全塑性モーメントに与えるせん断力の影響などを主に検討した。また、同一崩壊荷重で崩壊する等断面連続はりの試験桁を製作し、変断面はりとの極限強度、崩壊性状についての比較検討し、これら試験桁のもつ崩壊に対する安全性を比較によって明らかにしようとしたものである。3本支桁本橋桁の変断面格子桁塑性設計は、線荷重、分布荷重、等分布死荷重の任意の組合せ荷重が種々の荷重比で作用する場合の、桁に必要な抵抗塑性モーメント分布と、塑性解析の下界定理を用いて影響線的な考へ方にもとづいて求め、重量最小化の点で検討を加えたものである。

(2) 曲げ試験

実験内容：単一初動荷重に対して変断面塑性設計された連続はりの崩壊曲げ試験に用いたはりは、(1)中スパン載荷の試験はり、スパン長1.5m+1.5m+1.5m(スパン比 $k=1.0$)、側スパン長/中スパン長=1.0、スパン長1.74m+1.8m+1.74m($k=0.8$)の連続はり、および、(2)側スパン載荷の試験はり、スパン長1.0m+1.0m+1.0m($k=1.0$)、スパン長0.96m+1.2m+0.96m($k=0.8$)の連続はりである。実験用はりは、JIS圧延H形鋼(S571, H-25×25×6.5×9)から、つぎの4種類を切り出した。変断面はり(中スパン載荷はり $k=1.0, k=0.8$ の2本、側スパン載荷試験はり $k=1.0, k=0.8$ の2本)、および、計算による崩壊荷重が同一である等断面はり(中スパン載荷試験はり $k=1.0, k=0.8$ の2本、側スパン載荷はり $k=1.0, k=0.8$ の2本)の計8本である。試験はりは、はりの崩壊機構を形成するのに必要な部材のH形鋼フランジ部のみが所要寸法に切断加工され、塑性ヒンジ形成を容易にしている。荷重の載荷位置は、中スパン載荷試験はりでは、中スパンの中央、側スパン載荷試験はりでは、スパン比 $k=1.0$ のはりでは、支査から0.4742m、スパン比 $k=0.8$ のはりでは、支査から0.3976mの位置とした。

実験結果：図-1、図-2は、縦軸に実験で得た荷重強度 P を単純塑性解析から求めた崩壊荷重 P_R で無次元化した量ととり、横軸には、実験による荷重載荷変下のたわ

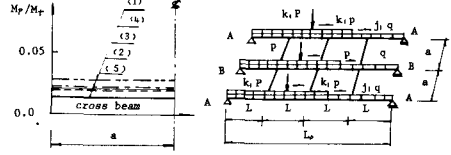
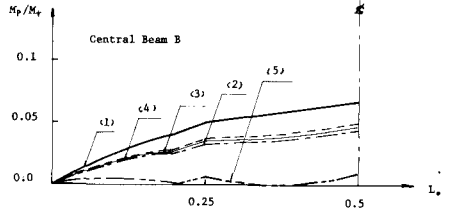
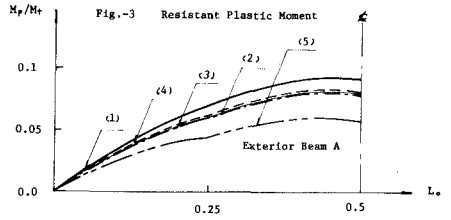


み量と計算による崩壊時のたわみ量と無次元化した量とを、それぞれ示したものである。図中、1.0は計算による崩壊荷重を示してあり、各試験荷ともこの値を目標に設計され、曲げ試験が行なわれたことを示している。図から、各試験荷よりも、必ずみ硬化の影響で、目標値より少し大きめの値となっているようである。

(3) 3本主桁3本横桁の格子桁

図3に示すような格子桁に線荷重 P と、分布活荷重 $P=0.5$ 等分布死荷重 q_0 が作用するとこの桁の必要抵抗塑性モーメントは次のようにして求められる。ここに、 S は前張線荷重係数、 α は分布活荷重比、 β は分布死荷重比、 $M_0 = 2PL_0 + PL_0^2 + qL_0^2$ と示される量を示す。(1)単独はり静定基本系に選り設計荷重による曲げモーメント図を求め、(2)これに崩壊時に横桁からの伝達される鉛直反力による負の曲げモーメント図を加え、正の最大曲げモーメント M_{max} を求め、(3)鉛直反力による負の曲げモーメントの大きさを M_0 に次の条件から求める。支変から $x=CL_0$ の位置で、不静定反力による曲げモーメント M_H と M_{max} の和が零になるとして求める。

ここに、 C_0 は格子桁全重量を最小にする条件から求める。(4)(1)~(3)の操作を各主桁について行ない、その中で最小重量となる任意断面の絶対最大曲げモーメントとその断面の必要抵抗塑性モーメントとする。(5)崩壊時の塑性ヒンジ位置は、 M_{max} の位置と、横桁と主桁上の交差断面となる。以上の方法によれば、各主桁の設計は、鋼道路橋示方書の1-1荷重載荷方法に従って、その主桁に作用する最大設計荷重と崩壊時の横桁からの鉛直反力作用する桁として行なうことが出来る。図3は、 $\alpha = 0.2$ に對して示したものであり、この時の各桁の抵抗塑性モーメント式は次のようになる。



曲線	P : PL ₀ : qL ₀	S	α	β	M ₀	L ₀ (m)
(1)	1 : 0 : 0	0.500	0	0	2PL ₀	L ₀
(2)	1 : 1.4 : 2.0	0.185	1.4	0.370	5.4PL ₀	20
(3)	1 : 2.1 : 2.0	0.164	2.1	0.328	6.1PL ₀	30
(4)	1 : 2.8 : 2.0	0.147	2.8	0.294	6.8PL ₀	40
(5)	0 : 0 : 1	0	0	1.000	qL ₀	L ₀

$k = j = 1, \alpha = 0.07L_0$

$$\frac{M_p}{M_0} = \alpha(1 + \frac{x}{L_0})X_p + \beta X_g$$

主桁A; $X_p = \begin{cases} \frac{1}{2}k(C_1 - 1) + k_1(1 - \frac{x}{L_0}) \frac{x}{L_0} \\ \frac{1}{2}k(C_1 - 1) + (2k_1 - 1 + C_1) \frac{x}{L_0} - k_1(\frac{x}{L_0})^2 \end{cases}$, $X_g = \begin{cases} \frac{1}{2}k(C_1 - 1) + \frac{1}{2}(1 - \frac{x}{L_0}) \frac{x}{L_0} \\ \frac{1}{2}k(C_1 - 1) + (6k_1 - 1 + C_1) \frac{x}{L_0} - \frac{1}{2}(\frac{x}{L_0})^2 \end{cases}$, $(0 \leq \frac{x}{L_0} \leq C_1)$

主桁B; $X_p = \begin{cases} (\frac{1}{2} + \frac{1}{2}C_1 - \frac{x}{L_0}) \frac{x}{L_0} \\ (\frac{1}{2} - \frac{1}{2}C_1) \frac{x}{L_0} \\ (1 - C_1)(\frac{1}{2} + \frac{x}{L_0}) \\ \frac{1}{2}(C_1 - 1) + \frac{1}{2}(5 + C_1) \frac{x}{L_0} - (\frac{x}{L_0})^2 \\ (1 - C_1)(\frac{1}{2} + \frac{x}{L_0}) \end{cases}$, $X_g = \begin{cases} (\frac{1}{2}C_1 - \frac{1}{2} \frac{x}{L_0}) \frac{x}{L_0} \\ (\frac{1}{2} \frac{x}{L_0} - \frac{1}{2}C_1) \frac{x}{L_0} \\ \frac{1}{2}(1 - C_1) - \frac{1}{2}(2 + C_1) \frac{x}{L_0} + \frac{1}{2}(\frac{x}{L_0})^2 \\ \frac{1}{2}(C_1 - 1) + \frac{1}{2}(2 + C_1) \frac{x}{L_0} - \frac{1}{2}(\frac{x}{L_0})^2 \\ \frac{1}{2}(1 - C_1) - \frac{1}{2}(2 + C_1) \frac{x}{L_0} + \frac{1}{2}(\frac{x}{L_0})^2 \end{cases}$, $(C_1 < \frac{x}{L_0} \leq C_2)$

横桁; $X_p = X_g = \frac{1}{2}(1 - C_1) \frac{x}{L_0}$, ただし、 $C_1 = 0.196L_0$, $C_2 = 0.367L_0$, $C_3 = 0.367L_0$.

(4) あとがき

変断面、等断面2種類の連続はり型と反延H形鋼の製作し、それぞれの極限強度は曲げ試験により求め、同時に、3本主桁3本横桁の格子桁の変断面最小重量塑性設計を行ない各桁の抵抗塑性モーメント分布を求めた。

本実験を行なうに当り、実験用はりの製作加工は、高田機工(株)の方々の並みぬらぬお世話になり、多大なる援助を得た。ここに厚くお礼申し上げる次第である。また、実験にあたり、昭和49年度卒業生(立命館)の連続はり班の諸君には、多大なる協力を得た。ここに深謝する次第である。

参考文献; 1) 福本伊藤原口「変断面格子桁の極限強度について」土木学会全国大会報告集、昭和49年10月。
2) Kruksen, Yang, Johnston, Beadle; "Plastic Strength and Deflection of Continuous Beams" Welding Research Supplement, May, 1953.