

コンクリート部分充填鋼製橋脚の強度と変形能に関する解析的研究

名古屋大学工学部 学 生 ○葛西 昭

名古屋大学工学部 正会員 宇佐美勉

名古屋大学工学部 正会員 葛 漢彬

1. はじめに

本研究では、コンクリートを部分的に充填した鋼製橋脚の水平荷重－水平変位関係を弾塑性有限変位解析によって求める。破壊基準の再考に着眼し、有効破壊長、及びコンクリートの圧縮破壊ひずみを変えて種々の解析を行う。そして、既往の実験結果との比較によってその妥当性を検討する。最後に、この種の構造物の地震時保有水平耐力照査法の確立に基本的なデータを提供するため、コンクリート部分充填鋼製橋脚のパラメトリック解析を行い、充填コンクリートの最適高さなどについて検討する。

2. 解析手法

水平荷重－水平変位関係を弾塑性有限変位解析によって求める。その際のモデル化に伴う図を、Fig.1に示す。Fig.1において、 h は柱高さを、 l_c はコンクリート充填高さを、 l_e は有効破壊長を示し、ハッチングを施した部分はコンクリートが充填されていることを示している。

後に述べる実験のデータはすべて補剛箱形断面供試体に対するものである。解析値と実験値との比較を行う際、文献1)により、補剛断面を無補剛の等価断面に置き換えることで解析する。

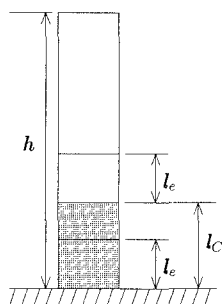


Fig.1 Analyzed model

3. 破壊基準の妥当性

文献1)では、すでに破壊基準として中空断面部における鋼材の限界ひずみ、コンクリート充填部でのコンクリートの圧縮限界ひずみが規定されている。本研究では、既往の実験結果と比較をし、その妥当性を検証、あるいは、より妥当な破壊基準を定めるために、有効破壊長、及びコンクリートの圧縮限界ひずみの設定を変えることによって、種々の解析を行った。

文献1)による破壊基準では、変形能という点ではか

なり安全側に設定されている。そこで、コンクリートの圧縮限界ひずみを大きくし、このような修正を行った破壊基準の妥当性を検討する。Fig.2は、コンクリートの圧縮応力とひずみの関係を示したものである。文献1)では圧縮限界ひずみ ($\epsilon_{u,c}$) を 0.6% としているが、本研究ではこれを Fig.2 に示すように 1.0% にする。Fig.3 (a),(b), Fig.4 (a),(b) は、名古屋大学において近年行われた補剛箱形断面供試体について、本研究で設定した破壊基準に基づいた解析から得られた極限強度と変位を、実験結果と比較をしたものである。

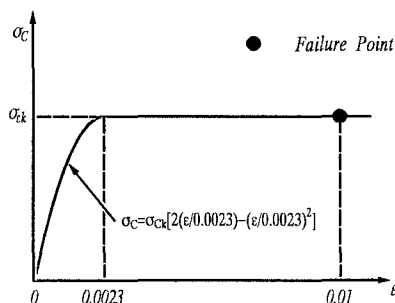


Fig.2 Stress-strain relation of concrete in compression

Fig.3 は、横軸として幅厚比パラメータ (R_f) と細長比パラメータ ($\bar{\lambda}$) の積を、縦軸に実験時の最大水平荷重 (H_{max})、またはピーク後の最大荷重の 95% 荷重 (H_{95}) と解析から得られた破壊点における水平荷重 (H_u) との比をとったものである。また、Fig.4 においては、縦軸として最大荷重点における水平変位 (δ_m)、または H_{95} に対応する水平変位 (δ_{95}) と解析による破壊点における水平変位との比をとったものである。

Fig.3(a) では、実験時の最大荷重が解析における破壊荷重を上回る結果となったことを示し、これは依然解析が安全側にあることを示している。Fig.4(a) では、解析による破壊水平荷重点での水平変位が最大荷重時の水平変位である実験値を逆に上回るものが 3 つ見受けられ、解析値がある程度危険側となる例が若干見られるが、水平荷重がピークを越えた後に破壊すると考え、水平荷重がピークの 95% となる荷重点を用いて比較した Fig.4(b) によると、解析値が実験値を超えるものは見られない。従って、コンクリートの圧縮限界ひずみを 1.0% とするのが妥当であると考えられる。

4. 充填コンクリートの最適高さ

コンクリートを部分的に充填した鋼製橋脚の地震時

Table 1 Results of Parametric Analysis

R_f	$\bar{\lambda}$	$\bar{\lambda}_s$	l_C/h	H_u/H_{y0}	δ_u/δ_{y0}	D_C	D_S
0.300	0.300	0.200	0.10	1.40	6.63	1.00	0.63
			0.20	1.46	5.26	1.00	0.30
			0.30	1.48	4.12	1.00	0.08
			0.40	1.49	4.04	1.00	0.05
			0.50	1.49	4.00	1.00	0.04
0.450	0.300	0.275	0.20	1.37	1.82	0.17	1.00
			0.30	1.54	4.14	0.79	1.00
			0.35	1.56	4.61	1.00	0.50
			0.40	1.56	4.53	1.00	0.36
$\sigma_{ck} = 160\text{kgf/cm}^2$							

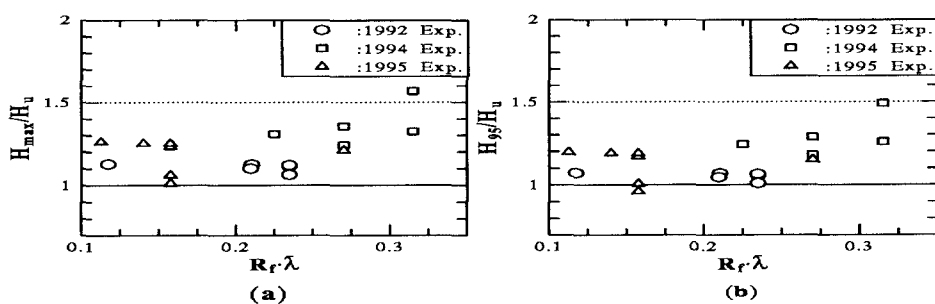


Fig.3 Comparison of the Ultimate Strengths between the Test and Analysis

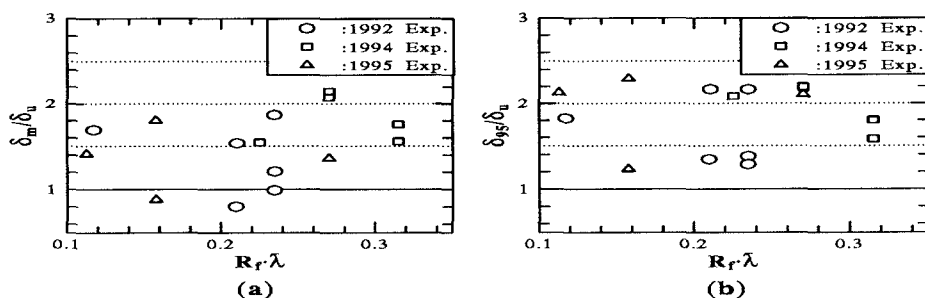


Fig.4 Comparison of the Ultimate Displacements between the Test and Analysis

保有水平耐力照査法の確立に対して、基礎的なデータの1つとして、コンクリートの最適充填高さの決定があげられる。そこで、先に設定した新たな破壊基準をもとに種々のパラメータ（幅厚比パラメータ（ R_f ）、細長比パラメータ（ $\bar{\lambda}$ ）、補剛材細長比パラメータ（ $\bar{\lambda}_s$ ））を固定することで、断面形状、及び柱高さを決定し、コンクリートの充填高さをパラメータとして、水平荷重－水平変位関係を解析する。最適充填高さを決定することに関しては検討中であり、後日発表することとするが、現時点での解析結果について Table 1 にまとめる。Table 1 において、 σ_{ck} はコンクリートの圧縮強度を表し、現時点では固定している。 H_{y0} は降伏水平荷重を表し、 δ_{y0} は降伏水平荷重に対応する変位を表しており、どちらも荷重、及び変位を無次元化するために用いている。さらに、 D_C 及び D_S はそれぞれコンクリート、鋼の損傷度を表し、どちらも有効破壊長区

間の平均ひずみを文献 1) 及び先に設定した限界ひずみで除したものである。どちらかの損傷度が 1.0 となった時点で破壊とみなす。

5. 結論

破壊基準として新たに設定した、コンクリートの圧縮限界ひずみは、実験結果と比較することで妥当な設定であることが判断できる。コンクリートの最適充填高さについては、検討の上後日発表することとする。

6. 参考文献

- 1) 宇佐美 勉, 鈴木森晶, Iraj H.P. Mamaghani, 葛 漢彬: コンクリートを部分的に充填した鋼製橋脚の地震時保有水平耐力照査法の提案, 土木学会論文集, No.525 / I-33, pp.69-82, 1995 年 10 月.