

I-71 軸力作用下で繰り返し荷重を受けるコンクリート充填角形鋼管の耐荷力実験

豊田工業高等専門学校 正会員 忠 和男
豊田工業高等専門学校 正会員 桜井孝昌

1、まえがき

都市高速道路橋等の橋脚が地震時にその影響を強く受ける場合、この橋脚は、一定軸力を受けながら繰り返し曲げ荷重を受けることになる。中空鋼管に上記の荷重を載荷した場合の実験結果は、文献（1）で報告した。本実験では、この鋼管の局部座屈防止と補剛効果を高めるために、鋼管の中空部分にコンクリートを充填した。特に、一定軸力作用下で繰り返し曲げ荷重を受けるコンクリート充填角形鋼管の変形挙動に注目しつつ、繰り返し回数と最大耐荷力の低下傾向との関係からコンクリート充填鋼管の耐荷力特性について検討する。

2、実験概要

供試体は、市販の冷管成形角形鋼管のSTKR-41を用いた。鋼管内部に充填するコンクリートには、強ボルトランドセメントを使用した。供試体本数、単調載荷用1体、繰り返し載荷用4体の合計5体使用した。供試体の寸法は、図1及び表1に示す。

お、等価幅厚比は、 $R=1.02(R=(D/t)/12(1-\nu^2))\sigma_y/4\pi^2 E)$ のものである。また、図1に示すように供試体の局部座屈防止のために、載荷点、両端及び其れらの間位置を補剛板で補強した。供試体から切り出した試験片の引っ張り試験結果の平均を表一2に示す。表一3には、充填したコンクリートの圧縮強度及びヤング係数等を示す。実験は、単調載荷と繰り返し載荷の2通りで、支持条件は、両端単純支持で2点載荷とした。変位、及び歪みの測定位置は、供試体中央下面に変位計を6箇所、同様に中央部の各面に歪みゲージを3枚、計12箇所に設置した。載荷は、軸力作用下で単調載荷（鉛直下方向片振り）を行い、その結果を基に繰り返し載荷における制御変位

量を30mmと40mmの2種類と決めた。繰り返し載荷は、5サイクルまで静的に交番載荷を行い、その後、0.01 Hzの正弦波で動的に繰り返し載荷した。一定軸力としては、全断面降伏荷重の10パーセントを載荷した

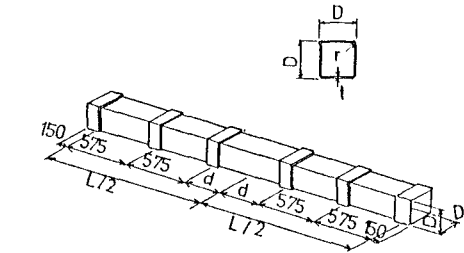


図1 供試体寸法

表1 供試体寸法及び係数

	D (mm)	t (mm)	A (mm ²)	D/t	d (mm)	r (mm)	L (mm)	I (cm ⁴)	W (cm ³)
AVE.	200.4	4.15	3257.2	48.3	349.3	8.3	3000	2091.0	208.7

表2 コンクリートのヤング係数及び圧縮強度等

	Cross Section Area A (mm ²)	Young's Modulus EcX10 ⁴ (kg/mm ²)	Compression Strength σc (kg/mm ²)	Poisson's Ratio ν
AVE.	78.69	0.33	3.35	0.12

表3 鋼材の引張試験結果

	Cross Section Area A (mm ²)	Young's Modulus EX10 ⁴ (kg/mm ²)	Yield Stress σy (kg/mm ²)	Yield Strain εy X10 ⁻³	Tensile Strength σu (kg/mm ²)	Strain Hardening Modulus EsX10 ² (kg/mm ²)	Poisson's Ratio ν
AVE.	260.1	2.13	37.61	3.95	46.55	2.31	0.289

3、実験結果及び考察

実験結果を無次元化して表すために、材料の降伏応力 σ_Y 、降伏荷重 P_Y 、及び P_Y を載荷した時微小変位理論による梁中央のたわみ δ_Y を次式のように定義する。

$$P_Y = 2W\sigma_Y / (L/2 - d) \quad , \quad \delta_Y = P_Y (L - 2d) (L^2 + 2Ld - 2d^2) / 48EI$$

式中の W 、 σ_Y 、 L 、 d 、及び、 E は表一に示す値を用いる。（ $P_Y = 15.46 \text{ t}$ 、 $\delta_Y = 17.03 \text{ mm}$ ）

図一3に、コンクリート充填鋼管4体と、中空鋼管5体⁽¹⁾について、繰返し回数と最大耐荷との関係を示した。縦軸に $P_{\max}/P_Y$ をと、横軸に繰返し回数をとった。 $P_{\max}$ は、一4に示すdownからupまでの P を2等分した値を示す。CC2～5は、コンクリート充填管を示し、NC1～5は、中空鋼管を意味す。制御振幅比 δ_0/δ_Y は、CC2、3が、2.5、CC4、5が1.76であり、NC1～5、それぞれ0.72、1.02、1.14、1.18、1.23である。この図からNC3～5は、5サイクルまでに急激な耐荷力の低下が見れる。これに対してCC2～5では、制御振幅が大きいかにかかわらず最大耐荷力の低下傾向小さく、中空鋼管のような急激な低下もしていない。表4に、最大耐荷力の低下率を示した。 P_{CR} は、最大耐荷力をまたこれに対応する変位を δ_{CR} とした。 δ_0 は、制御振幅量を示す。低下率 K は、繰返し1サイクル当りの最大耐荷力の平均低下率を K として、 n サイクル目の最大耐荷力 P_{CRn} と $n=1$ サイクル目の $P_{CRn=1}$ から K を

$$K = (P_{CRn} - P_{CRn=1}) / (n - 1) P_Y$$

と定義して計算したものである。1から5サイクルまでの最大耐荷力の低下率は、CCシリーズでは0.97～1.62%であるのに対して、NCシリーズ（3～5）では10.85～13.80%と対荷力の大幅な増加が見られた。また、文献（2）の軸力の作用しないコンクリート充填鋼管の低下率（1.94～4.53%）と今回のCCシリーズとを比較することにより、軸力作用の影響により耐荷力の低下が確認できた。

参考文献（1） 忠、桜井、宇野、加藤；一定軸力のもとで交番曲げを受ける角形鋼管梁の耐力実験、土木学会中部支部発表会講演概要集、1989、3、10（2） 桜井、加藤、宇野、忠、草間；交番曲げを受けるコンクリート充填角形鋼管梁の耐力力に関する実験的研究、構造工学論文集、1988、3

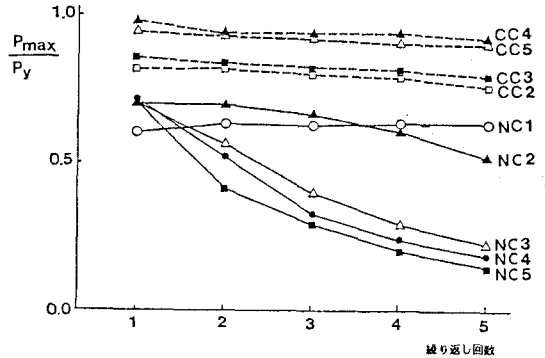


図2 繰返し回数と最大耐荷力の関係

表4 最大耐荷力の低下率

	Direction of Load	P_Y (t)	δ_Y (mm)	P_{CR} P_Y	δ_{CR} δ_Y	δ_0 δ_Y	K $n=1$ $n=5$
NC-1	down	15.46	17.03	1.11	2.89		
CC-2	down	15.46	17.03	0.77		2.35	1.62
	up			0.88			1.46
CC-3	down	15.46	17.03	0.77		2.35	1.46
	up			0.94			1.29
CC-4	down	15.46	17.03	1.11		1.76	1.13
	up			0.84			1.29
CC-5	down	15.46	17.03	1.22		1.76	0.97
	up			0.65			0.97