

Ⅳ-79 高強度異形鉄筋を用いたRC桁の曲げ試験とくに鉄筋の継手について

北海道大学工学部 正員 藤田嘉史

最近、わが国における高強度異形鉄筋の利用はさかんであるが、設計上の基準とすべき桁の強さ、変形、ひびわれおよび鉄筋の定着ならびに継手法などに未解明の点が多い。本実験は、コンクリート桁の静的曲げ試験により、各種異形鉄筋および丸鋼の比較検討を行なうとともに、ねじり鉄筋の継手としてガス圧接継手を用いた場合および重ね合せ継手を用いた場合の重ね合せ長さについても検討を加え、設計上の資料を得ることを目的として行なったものである。

試験桁は、図-1に示すように、スパン 3.0 m、桁高 30 cm、有効高さ 27.5 cm の T 形断面で、主鉄筋は $\phi 16$ mm 2 本、スターラップは $\phi 9$ mm のねじり鉄筋を 10 cm 間隔に配置したものをを用いた。各種鉄筋の比較に用いた鉄筋は異形丸鋼 D49、成分調整による高強度異形鉄筋 D35、ねじり鉄筋 T1、T1'、T2 および丸鋼 S50 の 6 種で、表-1 に示すように、すべて SS 50 級のものである。ガス圧接継手に用いた鉄筋はねじり鉄筋 T1 および T1' である。重ね継手は、ねじり鉄筋 T1 について、 $\sigma_{ca} = 0.07 \sigma_{co}$ (σ_{co} : コンクリート強度)、 $\sigma_{sa} = 2400 \text{ kg/cm}^2$ として計算した重ね合せ長さ l (フックのないものとあるものの両方) を用いたものおよびねじり鉄筋 T1' と T2 について l をそれぞれ 2 種に変えたものとした。鉄筋の継手はスパン中央において行なったが、詳細は図-1(d) に示すとおりである。コンクリート強度はすべての桁で 300 kg/cm^2 を予定したが、重ね合せ継手を用いた桁のうちの前者では更に 200 および 400 kg/cm^2 についても実験を行なった。

曲げ試験は桁令 14 ~ 16 日で、3 等分点荷重として行ない、弾性理論による計算上の鉄筋応力度が $500, 1000, 1500 \dots \text{kg/cm}^2$ になる荷重ごとに、スパン中央断面の鉄筋ひずみ、スパン中央のたわみ、ひびわれなどを観測し、また計算鉄筋応力度が $1000, 2000, 3000 \dots \text{kg/cm}^2$ になる荷重でそれぞれ 5 回の繰返し荷重を加え、ひずみたわみ、ひびわれなどの変化の状態についても測定を行なった。

図-2 は全試験桁についてたわみおよび残留たわみの状態を示したもので、桁の降

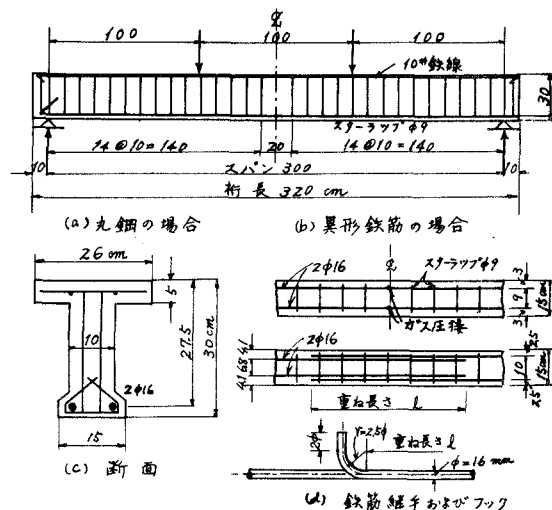


図-1 試験桁

表-1 鉄筋の機械的性質							
鉄筋	$\phi 16$	S50	D49	D35	T1	T1'	T2
引張強さ $\sigma_{sb}(\text{kg/cm}^2)$	54.9	52.5	54.2	50.6	51.9	55.0	
降伏点 $\sigma_{sy}(\text{kg/cm}^2)$	35.9	33.3	38.9	42.3	43.0	45.1	
のび $\epsilon(\%)$	2.1	2.2	2.7	2.2	2.1	1.8	
ヤング係数 $E_s(10^4 \text{ kg/cm}^2)$	2.08	1.92	1.97	2.02	2.01	2.13	

伏荷重の約 80 % 以下の範囲では、鉄筋の種類、鉄筋継手の有無に関係なく 15 ~ 20 % の残留たわみを示している。降伏荷重における残留たわみは、ねじり鉄筋使用の桁で 20 ~ 30 % 残留するのに対し、明瞭な降伏点を示す S50、D49、D35 などの圧延棒鋼を用いた桁では 15 ~ 20 % の残留で、前者よりもやや小さい値を示しているが、この荷重で桁は降伏してたわみおよび残留たわみとも急激に増大している。したがって、桁の降伏荷重以下の範囲では、鉄筋の種類および鉄筋継手の有無に関係なく、同等のたわみ状態を示すことがわかる。鉄筋の種類による他の各影響については、昨年と同様の結果であった。

表-2 はガス圧接を行なったねじり鉄筋に関する実験結果で、鉄筋および桁の両試験とも、破壊および降伏点で強度の減少がみられる。その減少割合は破壊におけるものよりも降伏点でやや大であるから、設計上は十分安全をみて、ガス圧接を行なったねじり鉄筋の断面積は母材の 80 % を有効とするのが安全であると考えらる。

表-3 はねじり鉄筋の重ね合せ継手の実験結果を示したものである。表より、前記の計算によって求めた重ね合せ長さをを用いた場合、継手のない場合に比較して、桁の破壊および降伏荷重はかなり低下している。同等の桁の強さを得るためには前記の計算では不十分であって、鉄筋の付着強度に応じて重ね合せ長さも大にするか、または異形丸鋼をねじり加工した鉄筋 DT と同程度の付着強度をもった鉄筋を用いる必要があること、また図-1 に示した直角フックを付けた場合の重ね合せ長さはフックのない場合の $\frac{2}{3}$ に減らすことができることなどがわかった。

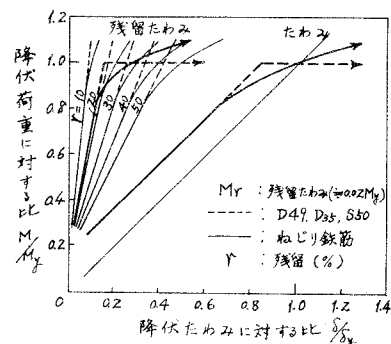


表-2 ガス圧接継手試験結果

図-2 たわみおよび残留たわみ

		鉄筋引張試験				桁曲げ試験									
鉄筋	鉄筋継手	σ_{yp}		σ_b		M_{cr}		M_{a1}		M_{a2}		M_y		M_p	
		($\frac{kg}{mm^2}$)	比	($\frac{kg}{mm^2}$)	比	($\frac{kgm}{m}$)	比	($\frac{kgm}{m}$)	比	($\frac{kgm}{m}$)	比	($\frac{kgm}{m}$)	比	($\frac{kgm}{m}$)	比
T1	なし	54.7	1	42.3	1	—	1	2.10	1	3.15	1	4.22	1	5.73	1
	ガス圧接	50.0	0.91	35.0	0.81	0.92	—	2.00	0.95	3.38	1.04	3.98	0.94	5.62	0.98
T1'	なし	55.4	1	43.9	1	0.94	1	1.83	1	3.02	1	4.45	1	6.07	1
	ガス圧接	51.7	0.93	35.5	0.81	0.73	0.78	1.80	0.98	3.10	1.03	3.90	0.88	5.63	0.93

表-3 重ね合せ継手試験結果

鉄筋	鉄筋継手	フック	長さ l (cm)	強度 ($\frac{kg}{mm^2}$)	M_y ($\frac{kgm}{m}$)	比	M_b ($\frac{kgm}{m}$)	比	鉄筋	鉄筋継手	フック	長さ l (cm)	強度 ($\frac{kg}{mm^2}$)	M_y ($\frac{kgm}{m}$)	比	M_b ($\frac{kgm}{m}$)	比
T1	なし				4.13	1	5.60	1	なし	なし				4.45	1	6.07	1
	42.8 ϕ =68.5	なし	200	3.98	0.96	4.81	0.86	T1'	28.6 ϕ =46	なし	300	3.90	0.88	4.15	0.68		
	28.6 ϕ =46	あり		3.81	0.92	4.66	0.83		40 ϕ =64	"		4.23	0.95	5.86	0.97		
	なし				4.22	1	5.73	1	なし	なし				4.01	1	5.76	1
	28.6 ϕ =46	なし	300	4.07	0.96	4.20	0.73	T2	28.6 ϕ =46	なし	300	4.01	1.00	4.82	0.84		
	19 ϕ =30.5	あり		3.85	0.91	4.20	0.73		40 ϕ =64	"		3.91	0.98	5.77	1.00		
	なし				4.06	0.96	4.07	0.71	なし	なし				3.49	1	4.84	1
	21.4 ϕ =34	なし	400	4.10	1	5.62	1	DT	30 ϕ =48	なし	300	3.77	1.08	4.92	1.02		
	14.3 ϕ =23	あり		3.62	0.88	3.96	0.71		15 ϕ =24	"		2.88	0.82	3.11	0.64		
				4.10	1.00	4.20	0.75		7.5 ϕ =12	"		1.69	0.48	1.69	0.35		