

首都高速道路公団	正員	小村 敏
"	"	一樹久充
"	"	○ 結城正洋
住友建設株式会社		山内博司

1 概要

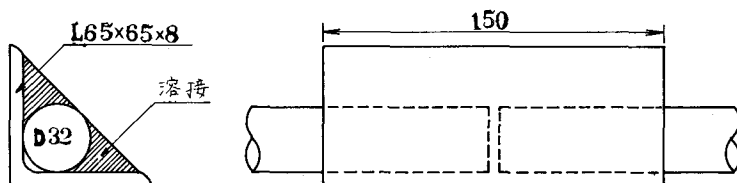
鉄筋コンクリート構造物の継手部は、コンクリート打継の有無、打継面の処理法の違い、鉄筋継手の形成法や鉄筋量の違い、等により変化はあるが、いずれにしても強度低下はされない。構造物のプレハブ化、段階施工、等により橋脚隅角部等の高応力部での継手や、コンクリート打継部と鉄筋継手を同一箇所に置くなどの、従来さけるべきものとされた継手が施工されるようになっている。

本実験は鉄筋径の比較的大きい場合の継手強度について、コンクリート打継の有無、鉄筋継手の種類により継手無し部材との差を明らかにし、設計時の安全率を推定せんとするものである。供試体は梁部材と柱部材に分け、柱部材は梁部材の材軸線にP C鋼棒を配して軸方向圧縮力を導入したものである。

2 供試体及び実験方法

使用した鉄筋はSD30-D32で、鉄筋継手は次に示すような六種類とした。

- 1) カップラ (転造ネジ) 長さ 80 % 外径 46 % 有効径 28.644 % ピッチ 3 %
- 2) カップラ (切削ネジ) 長さ 95 % 外径 50 % 有効径 26.645 % ピッチ 2.12 %
- 3) アングル継手 L 65 × 65 × 8 % 長さ 150 % を鉄筋に添えて溶接 [図 - 1]
- 4) 溶接継手 溶接長を $10\phi = 320\%$ とし重ね溶接とする。
- 5) 圧接継手 ガス圧接
- 6) 重ね継手 ラップ長 $25\phi = 800\%$ とする。

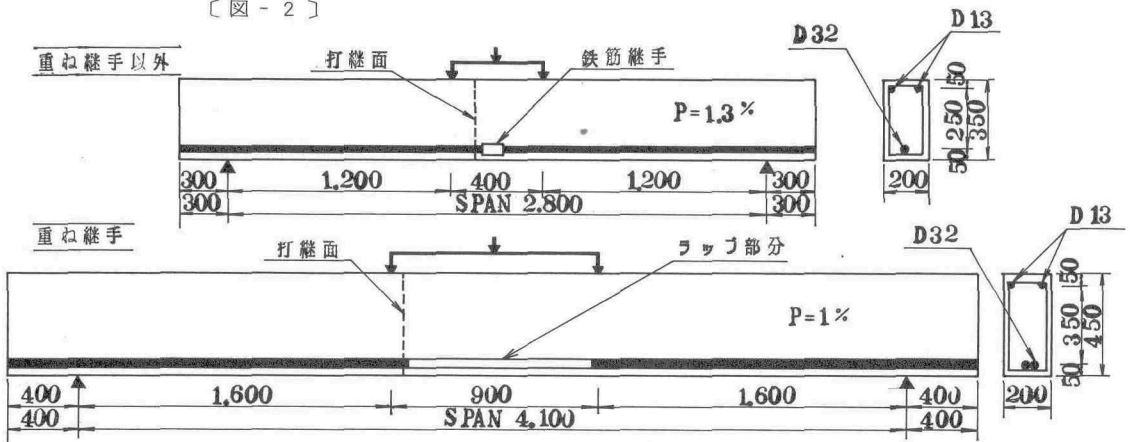


[図 - 1]

カップラ、アングル、溶接継手の寸法は、次前に行なった鉄筋のみの予備実験結果より得られたものである。鉄筋継手部分の予備実験は、引張試験機によって単純引張したもので、母材との比較を行なったものである。さらに、上記六種類の継手と全く同じ鉄筋継手をもったRC部材と、鉄筋継手のないRC部材とを曲げ試験にて比較した。又コンクリートの打継面の有る場合と、無い場合との比較も合わせて行なっている。RC部材供試体の一覧表を [表 - 1] に示す。コンクリートの配合は $\sigma_{ck} = 350 \text{ kg/cm}^2$ $c = 339 \text{ kg/m}^3$ $w/c = 44.8\%$ スランプ 8 cm とした。RC部材の寸法、配筋、載荷型式を [図 - 2] に示す。コンクリート打継面は チッピングを行なった後、水洗いをし打設

直前に十分湿らせた。

〔図 - 2〕



測定項目及びその方法

- 1) 初ひびわれ荷重 — コンタクトゲージ
- 2) ひびわれ幅 0.2% 荷重 — “
- 3) 破壊荷重 — アムスラー指針
- 4) たわみ荷重 — ダイアルゲージ
- 5) 鉄筋の歪量 — W. S. G
- 6) コンクリートの歪量 — “
- 7) ひびわれ幅 — コンタクトゲージ



〔表 - 1〕 供試体一覧表

記号	打継	鉄筋継手	継手の種類	数	備考
N O	無	無		4	梁部材
N T	“	有	カップラー (転造)	2	“
N S	“	“	“ (切削)	2	“
N A n	“	“	アングル	2	“
N Y	“	“	溶 接	3	“
N A x	“	“	圧 接	3	“
N K	“	“	重 ね	3	“
C O	有	無	—	3	“
C T	“	有	カップラー (転造)	3	“
C S	“	“	“ (切削)	3	“
C A n	“	“	アングル	3	“
C Y	“	“	溶 接	3	“
C A t	“	“	圧 接	3	“
C K	“	“	重 ね	3	“
CO-P	“	無	—	3	柱部材
CT-P	“	有	カップラー (転造)	3	“
CK-P	“	“	重 ね	3	“

柱部材は梁部材に軸力を導入したものである。

3 測定結果及び考察

D 3 2 の鉄筋継手の引張試験後の破断状況を、上の写真に示す。圧接、アングル、溶接の場合はいずれも母材部分で引張破断した。よってその耐力は降伏点、破断ともに継手なしの母材と同等にみなしてよい。

カップラー継手の場合は、転造、切削ともにネジ部の断面減少によりその部分が引張破断した。

カップラー継手の断面減少率は、転造で 20%、切削で 30% である。〔表 - 2〕をみると強度低下率は、切削カップラーでは降伏、破断ともに断面減少率と同じく 30% である。転造カップラーは、降

〔表 - 2〕 鉄筋継手の引張試験結果

記号	P_y TON	y Kg/mm^2	P_u TON	u Kg/mm^2	伸び	P_y の 比	P_u の 比
母 材	26.6	33.5	43.4	54.6	28%	1.00	1.00
圧 接	25.4	32.1	42.1	53.1	29	0.96	0.97
アングル	27.5	34.6	43.7	55.0	28	1.03	1.01
溶 接	25.7	32.4	43.5	54.7	25	0.97	1.00
転 造	21.0	32.6	38.9	60.4	—	0.79	0.90
切 削	18.7	33.7	30.8	55.6	—	0.70	0.71

伏では断面減少率と同じく20%であるが、破断では10%しか減少していない。

〔表-3〕RC部材曲げ試験結果一覧表

供試体 記号	設計荷重 1)	初ひびわれ荷重 P_{cr}			ひびわれ幅0.2% $P_{cr0.2}$			破壊荷重 P_b		
		実測値	計算値2)	実測値 計算値	実測値	計算値3)	実測値 計算値	実測値	計算値4)	実測値 計算値
N O	5.50	2.17	2.22	0.98	5.63	5.50	1.02	14.67	12.39	1.18
N T	4.44	1.75	2.15	0.81	4.70	4.40	1.07	14.80	10.01	1.48
N S	3.80	1.75	2.16	0.81	4.70	3.71	1.27	13.70	8.80	1.55
N A n	5.50	2.25	2.22	1.01	6.40	5.50	1.16	14.70	12.39	1.18
N Y	"	2.17	"	0.98	6.27	"	1.14	15.60	"	1.26
N A t	"	2.50	"	1.12	6.07	"	1.10	13.77	"	1.11
N K	"	2.33	2.40	0.97	4.33	4.42	0.98	14.60	12.37	1.18
C O	"	1.37	2.20	0.62	5.68	5.50	1.03	15.00	12.39	1.21
C T	4.44	1.00	2.15	0.47	4.50	4.40	1.02	14.80	10.01	1.48
C S	3.80	1.17	2.16	0.54	4.60	3.71	1.24	13.43	8.80	1.52
C A n	5.50	1.33	2.20	0.61	6.30	5.50	1.14	15.00	12.42	1.21
C Y	"	1.00	2.16	0.46	6.47	"	1.18	15.37	12.39	1.24
C A t	"	1.00	"	0.46	5.50	"	1.00	14.13	"	1.14
C K	"	1.33	2.68	0.50	3.07	4.42	0.70	13.70	12.37	1.10
C O - P	6.58	2.33	3.23	0.72	7.63	7.46	1.02	18.17	16.78	1.08
C T - P	6.25	1.83	3.18	0.58	7.50	6.55	1.15	17.43	14.53	1.20
C K - P	7.70	2.67	3.84	0.70	6.23	7.00	0.89	17.43	15.38	1.13

1) 試験時コンクリート強度に応じた弾性理論による抵抗荷重

2) $M = \sigma_{tb} Z$ を与える荷重 σ_{tb} : コンクリート曲げ強度 Z : コンクリートのみの断面係数

3) Gergely-Lutz の式による

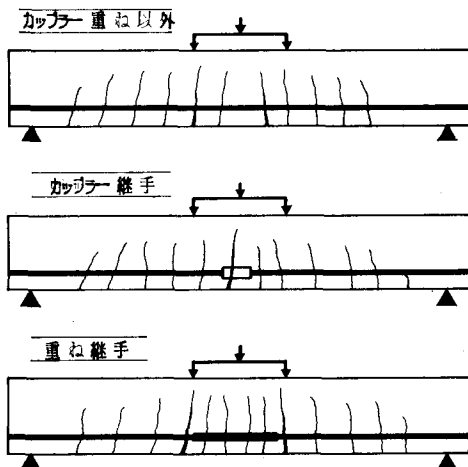
4) A C I の塑性理論式による。

〔図-3〕ひびわれ図

試験結果を〔表-3〕に、ひびわれ状態を〔図-3〕に示す。〔表-3〕及び〔図-3〕より次のことが明らかになった。

1) 初ひびわれの発生箇所は、打継目のあるものは全て打継目で生じ、打継目のないものは、カップラ-継手は、カップラ-部より、又重ね継手は、ラップ鉄筋の先端より生じ、その他の継手は、継手無しの供試体と同じく載荷点付近から生じた。以上の初ひびわれが、荷重の増加により最も早く0.2%に達し破壊に至るひびわれとなった。

2) 初ひびわれ荷重でみると、コンクリート打継のない場合、カップラ-継手で $\eta = 0.8$ (実測値/計算値) を示すのに対し 他の継手は全て継手なし一本ものも含めて $\eta = 1.0$ である。また打継目のある場合は、鉄筋継手の種類及び一本ものも関係なく $\eta = 0.5$ である。打継目ありで軸力を導入した場合は、 $M_{cr} = (\sigma_{tb} + \sigma_{op}) Z$ の計算によく一致する。ここで σ_{tb} = 打継ある場合の曲げ強度 = $0.5 \times$ コンクリートの曲げ強度 σ_{op} = 導入応力 Z



=断面係数

3) ひびわれ幅が0.2%になる荷重は、コンクリートの打継目の有無に関係なく、重ね継手を除いて設計荷重とほぼ一致する。すなわち打継目のないカップラ-継手及び打継目のある全供試体は、ひびわれは早く生じるが0.2%幅になる荷重は差がない。通常初ひびわれ荷重と0.2%ひびわれ荷重とでは、異形鉄筋の場合 $M_{a2} = 2.5 M_{cr}$ の関係があるとされているが、本実験では打継無しの場合は重ね継手を除き $M_{a2} = 2.4 \sim 2.9 M_{cr}$ と一致しているが、打継手のある場合は M_{cr} が小さいため、 $M_{a2} = 4.0 \sim 6.5 M_{cr}$ とひびわれの発達速度が遅い。

4) 破壊荷重では、コンクリートの有無には左右されず、又鉄筋継手の種類についてもカップラ-継手をのぞいて $\eta = 1.1 \sim 1.2$ と関係がない。カップラ-継手は、 $\eta = 1.5 \sim 1.6$ で打継目もなく鉄筋継手も無い一般的な場合でも $\eta = 1.2$ であるのと比較すると耐力が増加している。但しカップラ-継手の計算値は、ネジ加工による断面欠損を考慮している。

4 指針

初ひびわれ及び0.2%ひびわれは、打継目部分や継手部分に集中し、又鉄筋継手の種類によって M_{cr} 、 M_{a2} が異なってくる。よって打継目の有無及び鉄筋継手の種類によって次のように設計上の安全率を定めることが推定できる。

1) 梁部材

死荷重 $\frac{\alpha M_{cr}}{M_d} \geq 1.1$

活荷重 $\frac{M_{a2} - M_d}{M_d} = \frac{\beta M_{cr} - M_d}{M_d} \geq 1.4$

2) 柱部材 (打継有る場合)

死荷重 $\frac{\alpha M_{cr} + \bar{\sigma}_{cp} Z}{M_d} \geq 1.1$

活荷重 $\frac{M_{a2} - M_d}{M_d} = \frac{\beta M_{cr} + \bar{\sigma}_{cp} Z - M_d}{M_d} \geq 1.4$

M_{cr} = ひびわれ曲げモーメント = $\bar{\sigma}_{tb} Z$

$\bar{\sigma}_{tb}$ = コンクリートの曲げ強度

Z = コンクリートの継手試験

[表-4] α , β 値

		死 荷 重 α		活 荷 重 β	
		無	有	無	有
梁	継手なし	1.0	0.5	2.5	2.5
	アングル			2.5 ～ 2.8	2.5 ～ 2.8
	溶 接			2.5	2.5
	圧 接	2.5		2.5	
	カブラー	0.8		2.2	2.1
	重 ね	1.0		1.9	1.1
柱	継手なし	—	0.5	—	3.0
	カブラー				2.0
	重 ね				

5 D51の継手試験

関連実験として、D51の鉄筋継手について、カップラ- (転造および切削、ならびに高周波焼入れおよびなし)、圧接両継手の引張試験を行なった結果、カップラ-長さを86%以上とし、鉄筋ネジ部に高周波焼き入れをすれば、継手なしと同等の耐力が得られることが判明した。なお、詳細は当日発表する予定である。

6 あとがき

静的曲げ試験の結果においては、ある設計条件を考慮すれば実際の構造物への適用も十分可能であることがわかったが、現場の状態からくる推賞順位、疲労の問題 (高応力度で低サイクルのものも含む) については今後の課題とする。