

V-48 PC部材の中間定着部補強に関する23の考察

神戸大学 工学部 正員・藤井 孝
 “ “ 桜井春輔
 “ “ 北村泰寿

§1. まえがき

本文は、PC部材の切欠き定着および埋殺し定着部付近の応力状態を有限要素法(以下FEMと略記)により求め、この解析結果に基づき、上記定着部補強に関する23の考察を加えたものである。上記定着部付近では応力集中がけん着で、厳密な応力解析はきわめて困難であり、従来ほとんど研究されていない。そこで、まず研究の手始めとして、2次元載荷状態とし、枕端定着の基本性状を調べ、次に、切欠き定着および埋殺し定着部の引張応力発生状況とそれにおよぼす後方作用力の影響を調べた。なお、計算対象供試体は、はり高160cmで、切欠き定着部の形状寸法は、フレシネー工法φ7、斜角35°の場合を採用した。

表-1 計算供試体種類一覧

§2. 研究計画概要

今回は表-1に示すように26ケースについて計算を行なった。まず、枕端定着(図1a)では、今回用いたエレメントの大きさ(応力集中のけん着と考える部分では1辺5cm)、形状(ほぼ正三角形)での計算値の精度がどの程度かを確かめた。さらに、切欠き、埋殺し定着との関連性をみるため、緊張力の分布中(定着部の大きさ)2βbを変化させ、補強計算に必要な枕軸と直角方向の引張応力σ_y分布を調べた。

切欠き定着では、その補強は、1) 緊張枕軸と直角方向引張応力σ_yと、2) 切欠き隅角部の引張応力σ_θとに対して行なう必要がある。1)については、枕端定着でのσ_y

	ケース No.	材端緊張力 (P=100t)					中間緊張力 (P=100t)			
		緊張力×個数	作用位置	2βb (β)	θ		緊張力×個数	2βb	β	調査事項
枕端定着	1	P × 1	800 ^{mm}	0 ^{mm} (0)	0°					β
	2	P/3 × 3	“	50 (0.03)	“					
	3	P/5 × 5	“	100 (0.06)	“					
	4	P/7 × 7	“	150 (0.09)	“					
	5	P/9 × 9	“	200 (0.16)	“					
	6	P/3 × 3	“	50	5°					θ
	7	P/3 × 3	“	50	20°					
	8	P/3 × 3	“	50	35°					
切欠き定着	1	P × 1	100	0	0°					l
	2	“	450	“	“					
	3	“	800	“	“					
	4	“	1150	“	“					
	5	“	1500	“	“					
	6	“	100	“	20°					θ
	7	“	“	“	35°					
	8					P × 1	0	0		β
	9					P/3 × 3	50	0.03		
	10					P/5 × 5	100	0.06		
埋殺し定着	1	P × 1	100	0	0°					l
	2	“	550	“	“					
	3	“	800	“	“					
	4	“	“	“	20°					θ
	5	“	“	“	35°					
	6					P × 1	0	0		β
	7					P/3 × 3	50	0.03		
	8					P/5 × 5	100	0.06		

との関連性をみるため $2\beta b$ を変化させた。2) については、後方からの緊張力(図-1bのP)によつて σ_y がいかに変化するかを調べた。

埋殺し定着では、定着具後方に引張応力 σ_u が生ずるため、その分布状態、後方緊張力Pの σ_u への影響を調べた(図-1c)。なお、今回は埋殺し定着具はとくに考慮せず、すなわち、切込みも設けず、また、弾性定数もコンクリートと同一とした。

なお、緊張力はすべて $P=P_1=100t$ とし、供試体中もすべて $1cm$ とした。エレメントも、3種定着ですべて、応力集中のけん着な部分は ほぼ1辺 $5cm$ 、正三角形とした。

3.3. 計算結果および考察

1. 材端定着

1) σ_y 分布: 材端定着の場合のケース① ($\beta=0$) およびケース② ($\beta=0.16$) について、今回のFEMとR. Iyengarによる厳密解との比較を図-2に示す。FEMの場合は各部奥における平均応力をプロットしたものである。図-2より、FEMの方が全体的に小さな値を与えている。その傾向は応力の流れの著しい材端($x=0$)付近で大きく、 x の増加とともに両者の差は僅小となっている。エレメントの分割法にも問題があつてか、充分の精度とはいえないが以下の議論には充分有用と考えられる。

2) β の影響: 図-2より β が大きくなれば、最大引張応力 $\sigma_{y\max}$ の値は小さくなり、その生ずる位置も材奥方に移動しており、その傾向は両者で一致している。

2. 切欠き定着

1) 切欠き部の応力状態: 切欠き隅角部附近の主応力 σ_1 の分布およびその方向をケース⑩について示せば

図-3のようである。図-3から明らかなように、当然ではあるが、切欠き隅角部近傍には切欠き効果により、非常に大きな引張応力が発生しており、この応力は、隅角奥(切欠き底)から遠ざかるにつれて急激に減少している。従つて、隅角部補強筋を配置する場合、隅角部に近づけて行なうのが効果的である。P緊張力だけに主引張応力の方向は、ほぼ鉛直方向となっている。他の影響要因を考慮したこから引張応力分布を正確に求めることにより、切欠き部からのひびわれの発生ないしはその伸張を防止するための合理的補強法が得られるものと考えられる。

2) 切欠き隅角部応力におよぼす後方緊張力Pの影響: 以上のように切欠き部においてはPにより、非常に大きな引張応力が生ずるが、この応力が後方(今回は材端)に定着された緊張力Pに

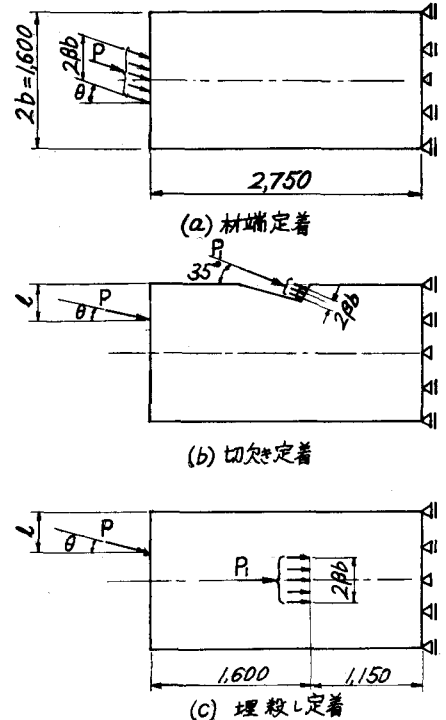


図-1 定着部の種類

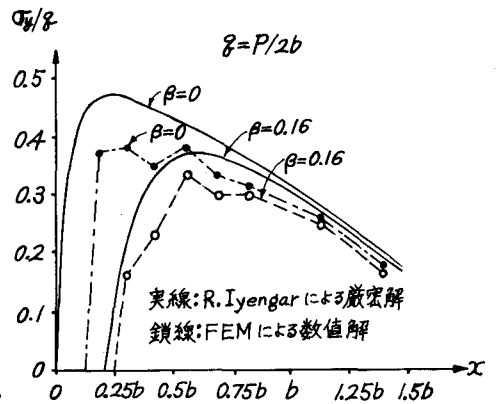


図-2 σ_y の厳密解との比較

よっていかに影響されるかについて調べるため、
いま、図-4に示す隅角部近傍のある1変りな
ち、Q筋束の最大主応力 σ_1 に注目する。この
束の応力は、後方緊張力Pの作用位置あまは作
用方向によつて、大きく影響されるわけである
が、図-4は、 P_1 とPによるQ束の合成最大主
応力とPの供試体上縁からの距離 l との関係
を示したものである。なお、この場合の P_1 はケー
ス⑩の状態であり、 P_1 のみによつてQ束に、約
860 kg/cm^2 の引張応力が生じている(図中1変鎖線)。

まず、Pの作用位置 $l=10\text{cm}$ の場合、合成
応力 $\sigma_1=-699\text{kg}/\text{cm}^2$ となっている。すなわち、 P_1
によつて生じた引張応力を打消し、さうに圧縮
応力が導入されている。 l が大きくなり、すなわち、
偏心が小さくなると、Q束での圧縮応力は減少
し、図-4によると、 $l=64\text{cm}$ (A変)では、
 $\sigma_1=0$ となる。A変より右方にPが作用すると
 P_1 による引張応力をすべて打消すことができな
くなり、引張応力が残存している。切欠きによ
る断面欠損を考慮した断面の下方の核束位置は、
 $l=111\text{cm}$ (B変)であり、当然のことながら、
図-4 から明らかなようにQ束応力にはPは
影響を与えていない。さうに l が大きくなると
逆にQ束の引張応力を助長していることも明ら
かである。

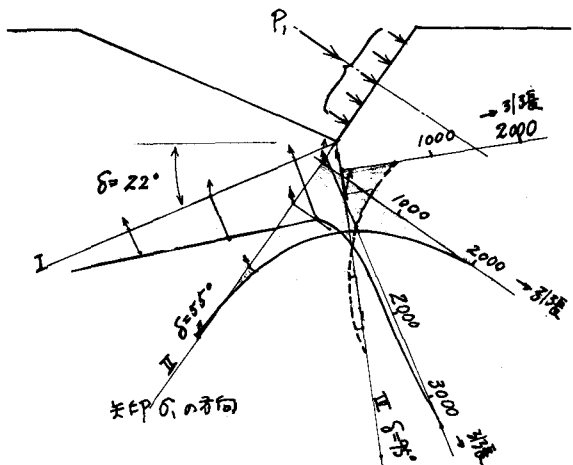


図-3 P_1 による切欠き部主応力 σ_1 分布と方向(ケース⑩)

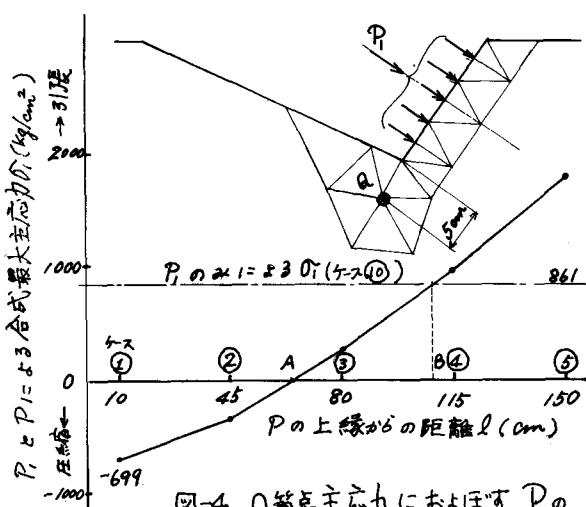


図-4 Q筋束主応力におよぼすPの作用位置の影響

隅角部からのひびわれ発生ないしはその伸張を防止するためには、以上のことから明らかなように、少なくとも、後方緊張力、自重、外力等によつて隅角部に生ずる応力(切欠きによる断面欠損を考慮して通常のはり理論による)を0または圧縮応力となるようにしておく必要がある。筆者らはさらに進んで、Pと P_1 とによる合成応力 σ_1 (または圧縮)になるような、すなわち、切欠き部において“フルアレストレスニング”となるような設計法を現在考案中である。

3) 緊張軸と直角方向の応力 σ_y 分布

切欠き走着の場合に、枕端走着と同様、緊張軸と直角方向に引張応力が発生するため、その補強が必要である。その補強法として、枕端走着の場合の理論解を利用する簡便法が提案されているが、支圧を受けるコンクリートブロック中をいかにとるか同題である。また、切欠き走着の σ_y 分布と枕端走着の σ_y 分布との相関性は全く明らかでない。

図-5(a)および(b)は、 σ_y および σ_x 分布を示したものである。図-5(a)においては、緊張枕に沿う

最大主応力 σ_1 の作用方向が緊張材軸とほぼ直角であるため、 σ_1 の値を σ_y' として採用した。図5(a)と(b)を対比してみると、かなり分布形が異なる。すなわち、切欠き定着の場合、緊張力の載荷中 $2\beta b=0, 5, 10\text{ cm}$ と、大きくなると $\sigma_y'_{\max}$ の値が急激に減少しているが、枝端定着の場合、同一の $2\beta b$ で、減少の割合が非常に小さい。この原因は現在明らかでない、多分切欠き定着の場合、有効なコンクリート支承中が非常に小さい、すなわち、支圧力が作用する切欠き面の中(図-5(a)の 2β)程度に小さいためではないかと考えられる。というのは、 $2\beta b=10\text{ cm}$ の場合、 $R=100$ で $\sigma_y'_{\max}=100\text{ kg/cm}^2$ 、供試体中に 15 cm とすると 75 kg/cm^2 程度の引張応力が生じておらず、枝端定着の理論値から推定すると $\beta \approx 1$ でなければならぬからである。いずれにしても、切欠き定着の場合、 $2\beta b \approx 2\beta$ の場合であれば、 $\sigma_y'_{\max}$ の値は非常に小さい。

3. 埋殺し定着

埋殺し定着の場合、定着具の直後近辺に相当量の引張応力が生ずるが、後方緊張力によって消滅される傾向は切欠き定着の場合と同様であった。なお、詳細については紙面の都合上ここでは省略し別に報告したい。

§4. あとがき

本文は、中間定着部の補強に関する基礎研究であるが、今後は、例えは切欠き定着部の引張応力分布をさらに正確に求め、切欠き定着部の緊張力以外の外力、すなわち、後方緊張力、死活荷重等の定着部応力への影響を調べるとともに、局部応力へのクリープの影響、3次元状態への適用性等について究明していく予定である。

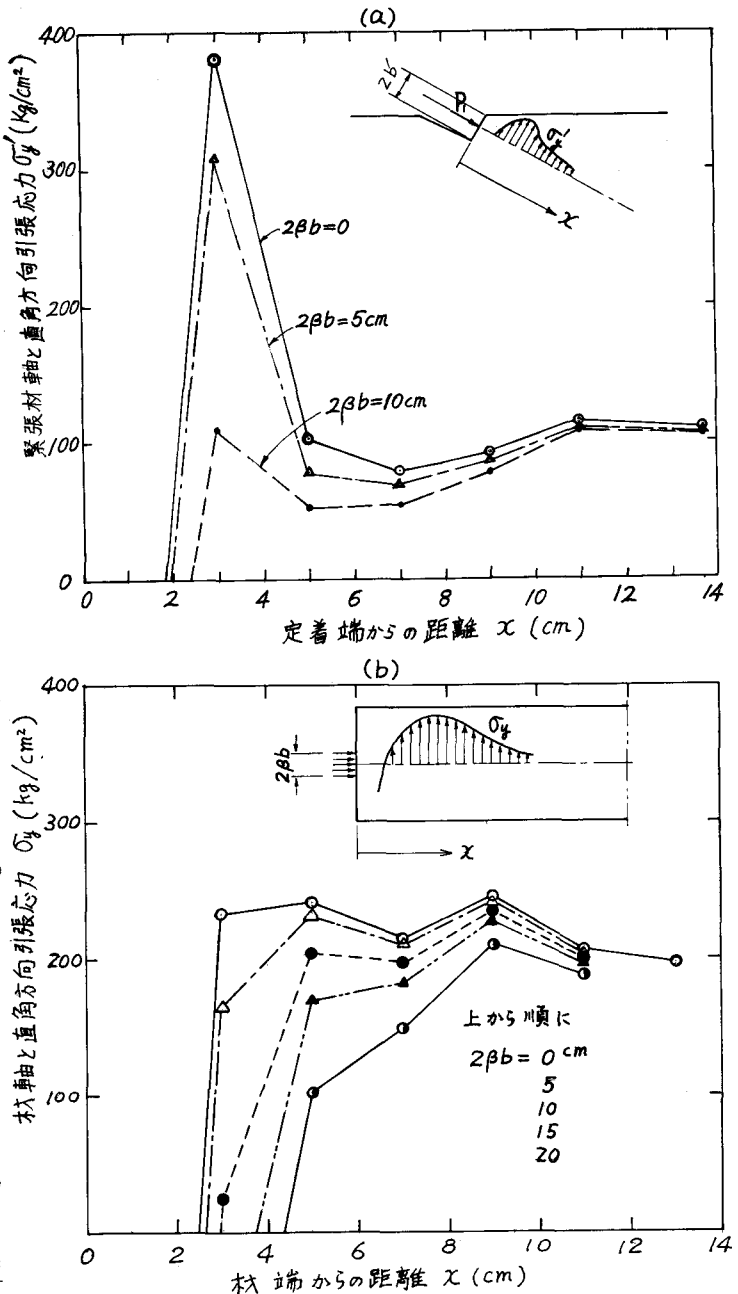


図-5 緊張材軸と直角方向応力分布