

— ねじりモーメントが作用した場合 —

首都高速道路公団 正員 ○津野和男

オリエンタルコンサルタンツ # 横溝幸雄

和田紘二

1. ま え が き

本研究は曲げを受けるRCおよびPRC構造のラーメン隅角部に面外力が作用し、ねじりモーメントが加わった場合を想定して供試体の載荷実験を行い、隅角部の応力性状、ひびわれ性状および破壊性状について解析し、隅角部補強に関する資料を得る目的で行ったものである。この研究は昭和44年度より引き続き行われている隅角部補強に関する一連の研究の一つであり、今までにハンチの効果および隅角部の曲げ補強方法等について一応の成果を得ている¹⁾。したがって、供試体の断面、設計荷重等は前回までの実験と等しくした。また、PRCの設計については昨年の報告を参照されたい。²⁾

2. 供試体および実験方法の概要

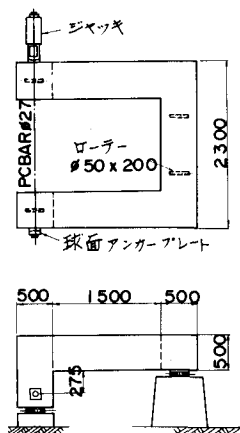
供試体はRC構造2体、PRC構造2体で、各々のうちの1体は前年度に曲げモーメントのみに対して設計した供試体と同じとし、他の1体はコンクリートの負担を無視したCowan式により柱のねじり補強筋を求め、これらに追加したものである。この場合、隅角部のねじり補強は特別に行わず、柱のねじり補強筋を隅角部外縁まで通し、フックをつけて定着したものである。

供試体の設計荷重は柱接合部における曲げモーメントを前回までの実験と等しくし、かつ柱接合部断面におけるねじりモーメントは曲げモーメントの30%となるように載荷位置を決定した。

なお、コンクリートの配合および材料強度は前年度までの実験と同じものを使用した。

表一 供試体隅角部の配筋方法概要

	(H) (RC)	(I) (RC)	(J) (PRC)	(K) (PRC)
隅角部配筋図				
軸筋ねり	7-D19=31.5 (P=0.0143)	11-D19=32.1 (P=0.0148)	6-D16=21.6 (P=0.0104)	42-D19=21.9 (P=0.0104)
帯筋ねり	無	7.2-D19=20.5 (P=0.0082)	無	7.2-D19=20.5 (P=0.0082)
帯筋断	#9@7.5 (Ps=0.0057)	D16@11.2 (Ps=0.0060)	#9@15 (Ps=0.0029)	D16@11.2 (Ps=0.0060)
隅角部曲げ補強筋	11-D19=31.5 cm ²	11-D19=31.5 cm ²	無	9-D19=25.8 cm ²
備考	曲げ主筋のうち2筋は縁にそって通し、新たに主筋の筋を2筋加え、2筋目の鉄筋を加えて、隅角部の曲げ補強を行う。ねじりに対しては全く補強を行わない。RC実験供試体(E)に準ずるものである。	曲げ主筋および隅角部の曲げ補強は供試体(I)と同じとし、ねじりおよび帯筋に対してはすべて鉄筋で負担するものとて補強したものである。	RC実験供試体(F)に準ずるもので、ねじりに対しては全く補強とせず、新たに隅角部の曲げ補強筋を加え、ねじりおよび帯筋に対してはRC供試体(I)と同量の鉄筋で補強したものである。	曲げ主筋は供試体(I)と同じとし、新たに隅角部の曲げ補強筋を加え、ねじりおよび帯筋に対してはRC供試体(I)と同量の鉄筋で補強したものである。

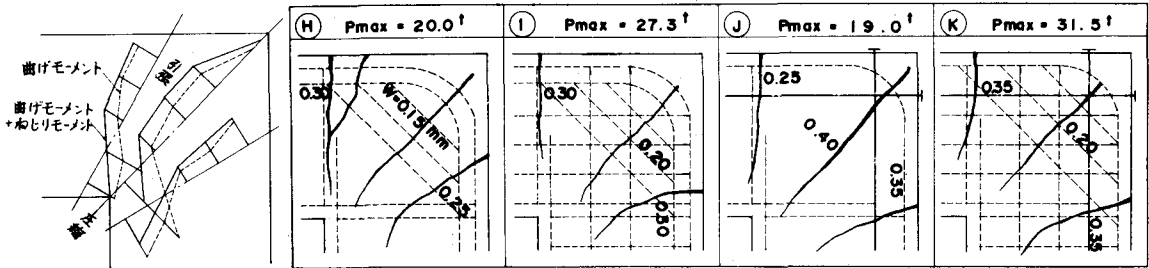


図一 供試体形状および載荷方法

3. 試験結果および考察

1) 荷重による隅角部内の応力分布 ねじりモーメントの作用が加わったことによって、図一2に示すように対角線垂直方向の測定された引張応力度はかなり増加し、ねじりモーメントのみによる

増加は柱断面における計算値(St. Venant)に対角線長の逆比を乗じた値にほぼ等しい。また対角線断面における圧縮応力およびせん断応力は曲げモーメントのみ作用した場合とほとんど変わらない。したがって、対角線断面はねじりモーメントが加わった場合も主応力面であり、かつ引張応力が増加するので隅角部領域において最もひびわれが発生しやすい断面になるものと考えられる。



図一2 隅角部の応力分布

図一3 モデル化したひびわれ性状(破壊時)

2) ひびわれ性状について 隅角部領域における初期ひびわれはねじりモーメントが加わったことによって、曲げモーメントのみ作用した場合の50～65%の荷重で生じ、設計荷重時におけるひびわれ幅は平均50%程度大きくなったが、ねじり補強筋を隅角部まで伸ばした供試体では曲げモーメントのみ作用した場合とほとんど変わらなかった。また、初期ひびわれが発生するとわずかの荷重の増加で、隅角部領域全域にわたって急激にひびわれが発生する傾向がみられた。破壊時における最大ひびわれは図一3に示すように、曲げ補強およびねじり補強を行った場合には梁柱接合部に生じ、補強が両者とも無い場合は対角線上に生じた。

3) 破壊性状について 構造物としての破壊耐力はねじりモーメントの作用が加わったことによって、補強を行わない供試体は曲げモーメントのみ作用した場合の60%まで低下し、隅角部曲げ補強筋を加えた場合は70%、さらにねじり補強筋を加えた場合は95%程度まで低下したが、破壊はいずれも柱部で生じ、隅角部は補強の有無にかかわらず柱部より破壊耐力が大きいことがわかった。また、PRC供試体の破壊耐力はRC供試体のそれとほとんど変わらず、ねじりモーメントの作用に対してプレストレスの効果はほとんどないものと考えられる。

4. ま と め

曲げモーメントのみが作用するRC隅角部は梁および柱接合断面より約30度傾いた断面が危険断面であったが、ねじりモーメントが加わった場合には対角線断面が最も危険な断面となる。また、ひびわれ発生後はわずかの荷重の増加で隅角部領域全域にわたって、ひびわれが発生する傾向があり、これらのひびわれに対して補強が必要と考えられる。しかし、本実験の範囲では破壊耐力はRC構造、PRC構造ともに隅角部の方が柱部より強いので、隅角部内の補強は両者とも柱部において必要とする補強鉄筋を隅角部領域内まで配置しておけばよいものと考えられる。

なお、本研究は早稲田大学 神山教授、首都高速道路公団 泉、加藤、杉浦、オリエンタルコンサルタンツ 清野、忍足、松野、諸氏の御指導、協力により行われたもので、ここに謝意を表します。

1) 第25回土木学会年次学術講演会講演集V-44鉄筋コンクリートラーメン隅角部の補強筋に関する実験的研究

2) 第26回 " V-92PRC構造物の隅角部に関する実験的研究