

V-420

R C中空断面柱部材の変形性能に及ぼすねじりの影響

鹿島 技術研究所 正会員○須田 久美子 村山 八洲雄
 鹿島 土木設計本部 正会員 天野 玲子 一宮 利通

1.はじめに

超高橋脚を有する高架橋梁ではPCラーメン橋やエクストラード橋形式の採用が見込まれるが、その際、橋軸直角方向の地震力により橋脚にねじりモーメントが作用する場合が考えられ、弾性応答ではねじりモーメントが橋脚基部に発生する曲げモーメントの約5～15%程度になることが想定される。また、橋脚重量による橋脚基部の軸力の増大を軽減し合理的な設計を行うために、中空箱型断面になる可能性が大きい。こうした大型構造物が大地震時においても致命的な損傷を免れるためには橋脚の耐震性能が問題となるため、曲げせん断とねじりの組合せ加力時における中空断面柱部材の耐震性能に着目した小型模型による基礎実験を行った。ここでは、施工の省力化を考慮して高強度鋼材及び高強度コンクリートを使用した鉄筋コンクリート(以下、高強度RCと略記)部材とした。

2.実験概要

試験体の外形寸法を図-1に、断面の配筋図を図-2に示す。試験体の諸元と材料特性を表-1に示す。No.1及びNo.2は最小帯筋量の2倍を配筋した場合に相当する。No.3～No.5は曲げ、せん断及びねじりの相関を考慮して[1]、曲げ降伏先行型で破壊モードが決定するように配筋したもので、帯筋量をNo.1及びNo.2の約2.6倍にした。

加力には曲げモーメント、せん断力、ねじりモーメント、軸力を任意の組合せで同時に加力できる6自由度加力装置[2]を用いた。せん断スパン比は5とし、軸圧縮力は12tf(35.7kgf/cm²)一定とした。No.1はねじりのない場合、No.2及びNo.3はねじりモーメントが曲げモーメントの15%になるよう荷重制御で加力した場合、No.4はラーメン橋脚等の変形適合ねじりを想定して柱筋応力度が2,700kgf/cm²になったときのねじり変形と曲げ変形の比率を基に、その後変形比が一定になるようねじり変形制御で加力した場合である。No.1～No.4はそれぞれ交番繰り返し加力を行い、繰り返し数は3回とした。比較のためNo.5では純ねじりの単調加力を行った。

3.実験結果

図-3に柱基部の曲げモーメントと平均曲率(図-1参照)の関係を示す。じん性率を最大荷重を経験後に荷重が降伏荷重まで低下した時の平均曲率と柱筋降伏時の平均曲率の比と定義すると、ねじりが作用しないNo.1はじん性率が4であるのに対し、同じ帯筋量でねじりが作用したNo.2では柱筋降伏時の交番繰り返しの間に柱の中間部分の帯筋が降

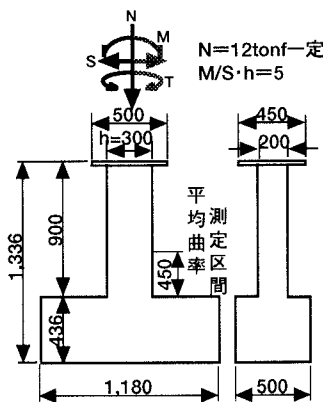


図-1 試験体の外形寸法

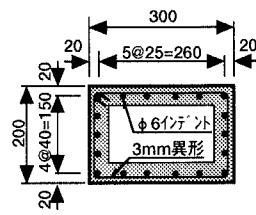


図-2 断面の配筋図

表-1 試験体諸元と材料特性

No.	柱筋		帯筋			コンクリート(kgf/cm ²)			鋼材(kgf/cm ²)		
	柱筋比*		帯筋比**			圧縮強度	静弾性係数	割裂強度	種類	降伏強度	引張強度
			基部1h	一般部							
1	φ6インデント 鋼棒	0.95%	3mm 異形鉄筋	0.31%	0.16%	603	2.34×10 ⁵	49.8	φ6インデント 鋼棒	9,000	10,300
2						603	2.34×10 ⁵	49.8			
3			4mm 異形鉄筋	0.83%	0.42%	660	2.41×10 ⁵	30.4	3mm 異形鉄筋	3,660	4,760
4						692	2.47×10 ⁵	40.5	4mm 異形鉄筋	3,000	4,300
5						715	2.44×10 ⁵	45.0			

* 断面内の全柱筋断面積を外形寸法から求められる断面積(中空部分を含む)で除した値

**外形寸法の全幅を基に算定した値

伏してねじり破壊を起こしたためじん性率が1であった。帯筋量を約2.6倍にしてNo.2と同様な加力を行ったNo.3はじん性率が2になったが、最終的には柱の中間部分の帯筋が降伏してねじり破壊した。一方、変形適合ねじりを想定してねじりと曲げを変形制御で加力したNo.4はじん性率が4で、ねじりの作用しないNo.1と同等の変形性能があった。

図-4にねじりモーメントと平均ねじり角の関係を示す。No.3及びNo.4の履歴図にはNo.5の純ねじり加力の結果も併記した。No.5の純ねじりの試験結果により、薄肉閉断面のSt. Venant式か

ら求めたねじり剛性と中空壁部分の曲げ抵抗による付加ねじり剛性を加えた剛性が純ねじり加力により得られた初期剛性にほぼ等しくなることを確認した。これに比べ曲げ、せん断との組合せ加力の場合は、ねじり変形が大きくなっている。ねじりとせん断が足し合わされる面での平均せん断応力度をNo.3～No.5について求めると、それぞれ60、53及び69kgf/cm²であった。No.3及びNo.5についてはねじりとせん断が足し合わされる壁の面内せん断で破壊したと見ることもできるので、それらに比べNo.4は作用した平均せん断応力度が小さかったためにせん断破壊を起こさなかったものと考えられる。

4.まとめ

実験の結果、最小帯筋比の2倍の場合では脆性的なねじり破壊を起こしてしまうため、ねじりが作用しない場合とほぼ同等な粘りのある破壊を起こさせるためには十分なねじり補強が必要であることが明らかになった。また、曲げ、せん断及びねじりが同時に作用する場合にはねじり剛性が小さくなるため、ねじり変形を考慮することにより、合理的な設計が可能であると考えられる。

参考文献 [1]一宮ほか:曲げ、せん断、ねじりが作用するRC柱部材の耐力,JSCE年講,1995(投稿中)

[2]新保ほか:6自由度加力装置を用いたRC柱部材実験,JC1年講,Vol.14, pp.815-818, 1992

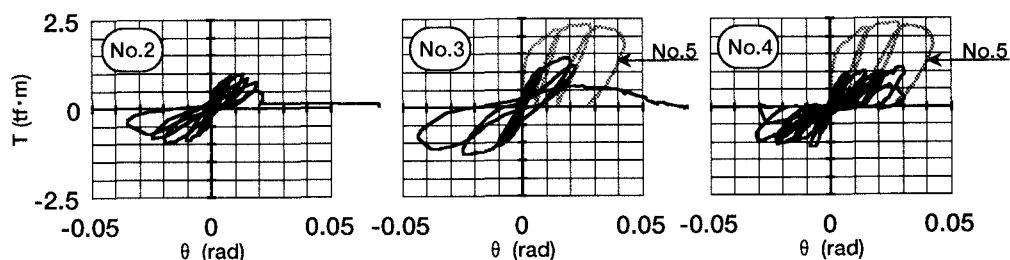


図-4 ねじりモーメント(T)と柱基部の平均ねじり角(θ)の関係