

前田建設工業技術研究所 正会員 内田 明
電力中央研究所 正会員 青柳 征夫
前田建設工業技術研究所 正会員 山田 一孝

1. まえがき

鉄筋コンクリート製格納容器(RCCV)は、一般に縦・横2方向に配筋されているが、地震力が単独あるいは事故時に発生する内圧と同時に作用した場合、RCCV円筒壁部に作用する主応力の方向と鉄筋の方向にずれが生じ、RCCVの面内せん断耐力ならびに変形性状に大きな影響を与えるものと考えられる。

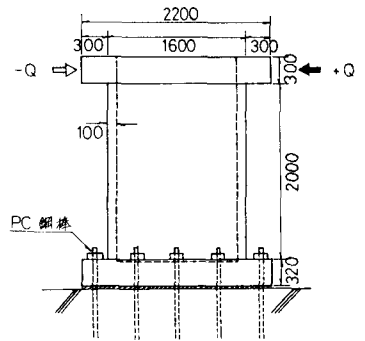
また、地震力のような水平荷重に対しては、縦・横2方向配筋は必ずしも最適の方法とはいえず、合理的な配筋方法を検討することも必要である。

著者は、このような観点にたつて、種々の配筋を行なった鉄筋コンクリートシェルに面内せん断力が作用した場合の力学的特性を調べるため、鉄筋コンクリート円筒体のねじりと内圧を組み合わせた一連の実験を実施した。

本報告は、これらの実験のうち面内せん断力のみが作用した場合について配筋方法が円筒モデルの力学的性状に及ぼす影響を検討したものである。

2. 実験方法

実験に用いた試験体の形状寸法は図-1に示すとおりで、高さ2000mm、壁厚100mm、中心半径750mmの円筒部上下に固定用ならびにねじりモーメント載荷用のスタブを有したものである。実験に供した試験体は全部で4体であり、縦・横2方向、正三角形および縦・横+斜45°の3種類の配筋方法を考えて、鉄筋比は、縦・横2方向配筋に対して1.18%、1.80%とし、他の配筋方法に対しては単位体積当たりの鉄筋量が縦・横2方向配筋の1.18%と同量になるように定めた。全試験体の諸元および使用した材料の機械的性質



を主な実験結果とともに表-1に示す。鉄筋には、 $\Phi 10$ (SD35)を用い、図-1 試験体の形状寸法かぶり2cmで2層配筋と

表-1 試験体の諸元と主な実験結果

試験体名	T-1.18	T-1.18A	T-1.80	T-1.18T
配筋方法	Y: 124mm X: 124mm D10@124mm ダブル	Y: 124mm X: 124mm Z: 214mm W: 214mm 斜筋にD10	Y: 80mm X: 80mm Z: 80mm W: 80mm 斜筋にD10 8.0cm	Y: 186mm X: 186mm Z: 186mm W: 186mm 斜筋にD10 @18.6cm
鉄筋比 $P(\%)$	X: 1.15 Y: 1.15 体積23%	X: 0.67 Y: 0.67 Z: 0.47 W: 0.47 体積228%	X: 1.79 Y: 1.79 体積358%	X: 0.77 Y: 0.77 Z: 0.77 体積231%
鉄筋の機械的性質 $\sigma_{sy}(\text{MPa})$	3757	3757	3757	3757
コンクリートの機械的性質 $\sigma_{cu}(\text{MPa})$	297	352	367	287
せん断降伏荷重(ton)	X(横筋) 684(80.4) Y(縦筋) 867(80.4) Z(斜筋) —	X(横筋) 789(79.5) Y(縦筋) 866(79.5) Z(斜筋) 607(56.2)	X(横筋) 110.4(124.6) Y(縦筋) 135.2(124.6) Z(斜筋) —	X(横筋) 759(80.6) Y(縦筋) — Z(斜筋) 658(64.8)
破壊荷重(ton)	1066	1127	1413	943
$T/\sqrt{\sigma_{cu}}$	33	32	39	30
破壊時変形角(R)	20/1000	23/1000	84/1000	21/1000

3. 実験結果と考察

(1) 破壊に至るまでの挙動
試験体円筒部に作用する

・()内は計算値 ** 20/1000で測定切切り

最大主応力度が使用したコンクリートの割裂引張強 荷重(ton)

度の約7割に達した時点ぞびわれが発生し、荷重の増大に伴い、2本数・幅とも増加した。びび割れの発生方向は配筋方向に関係なくほぼ45°であつた。びび割れは鉄筋の降伏耐力に近づくとき安定し、平均びびわれ間隔は大凡鉄筋ピッチに等しかった。T-180を除く試験体は全鉄筋降伏後も荷重を徐々に増加しながら最大耐力に達しコンクリートストラット部が互壊して破壊した。これに対しT-180は、全鉄筋降伏とほぼ同時にコンクリートが互壊し急激な破壊性状を呈した。T-180を除く他の試験体の破壊時のびびわれ幅は5mmにも達しており、負荷荷時に発生したびびわれは完全に閉じまゐた。

(2)降伏耐力 鉄筋に射付したひずみゲージによつて確認された鉄筋降伏時の荷重を前報1)および文献2)で提案した計算結果とともに表-1に示す。T-18およびT-180の場合、計算上両方向の鉄筋が同時に降伏するに似るが、本実験ではすべての試験体で横筋が先に降伏した。この理由は明らかではないが、鉄筋の加工方法および定着方法が縦筋と横筋で異なり、たこが関係したのではないかとと思われる。計算値は、両鉄筋降伏荷重の平均値にほぼ等しく大凡妥当な値を示していることがわかる。単位体積当りの鉄筋量が等しい試験体の全鉄筋降伏荷重を比較するとT-18Tが他に比べ約12%小さくなった。文献2)で提案した計算方法は鉄筋の降伏耐力を精度よく評価しており、多方向配筋の場合に有効な手段であることが示された。

3)変形 図-2は、正載荷時に得られた荷重-ねじり角曲線の包絡線を示している。びびわれ発生前はコンクリートの剛性を有する弾性的な挙動を示したが、びびわれが発生すると配筋方法の差が明瞭に現われ、斜筋がびびわれ発生後の剛性に入すく寄与していることがわかる。T-18TおよびT-18Aは鉄筋比の大きいT-180とほぼ同等の剛性を有していた。また、破壊に至るまでの変形量は、T-180が8.4/1000radであるのに対し、他は20/1000rad以上できわめてじん性に富んだ挙動を示した。これらのことは、縦・横2方向配筋で鉄筋量を大きくすることによって、剛性を高めることは、変形能・破壊モードの点から問題があり、斜筋を含めた配筋方法の検討を行ふことの必要性を示唆しているものと思われる。図-3〜5は、配筋方法が異なった場合の荷重-ねじり角曲線を示している。T-18は逆S字形のループを示したのに対しT-18Tは安定した紡錘形のループをT-18Aは両者の中間的なループを描いており、耐震性からも斜筋を有した配筋方法が有効であることがわかる。

文献：1)面内力を受ける直交配筋されたコンクリートシェル要素の応力・変形解析、内田ら、第36回年講。
2)面内力を受ける三方配筋されたRCシェル要素の応力・変形解析、篠田ら、第37回年講。

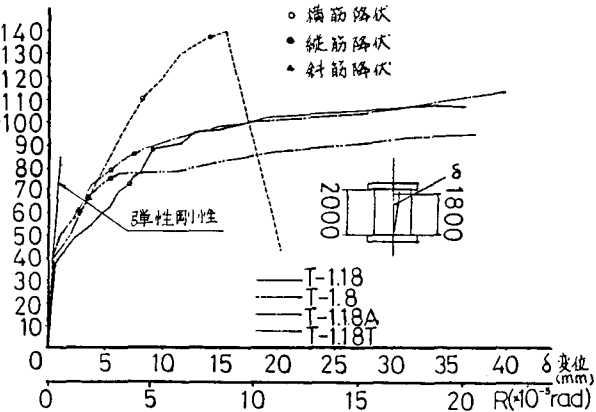


図-2 荷重-ねじり曲線の包絡線

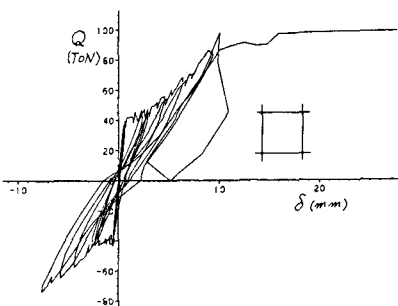


図-3 Q-δ曲線(T-118)

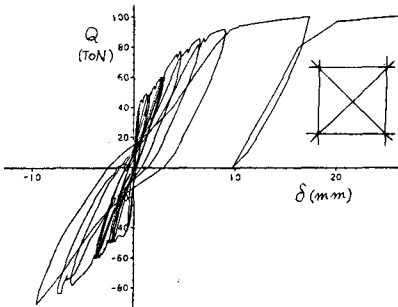


図-4 Q-δ曲線(T-118A)

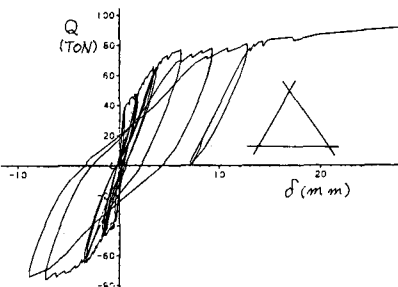


図-5 Q-δ曲線(T-118T)