

I - 16

RCFT 構造のひずみエネルギーに関する考察

岩手大学	客員研究員	○魏	華
岩手大学	正会員	宮本	裕
岩手大学	正会員	岩崎	正二
八戸工業大学	正会員	長谷川	明

1. はじめに

鉄筋コンクリート充填鋼管構造(RCFT)は、コンクリート充填鋼管構造(CFT)を基に充填コンクリートを鉄筋で補強した構造である。CFT 構造より、せん断耐力、変形性能および耐震性能等で優れた力学特性を発揮できると考えられることから、RCFT 構造に着目している。そこで、コンクリートの強度、鋼材の強度、鋼管のリップと径厚比、及び鉄筋の配置が RCFT 構造の力学特性に与える影響を明らかにするため、柱の圧縮実験を行った。本論文では、RCFT 構造の力学特性を圧縮実験結果に基づいてひずみエネルギーの立場から考察した。

2. 試験概要

柱試験体を使用した鋼管の厚さは 3.2mm(N32)、4.5mm(N45)、6.0mm(N60)のリップ無し鋼管 3 種類と 6.0mm(R60)のリップ付き鋼管 1 種類である。充填コンクリートの種類と充填状況は、中空(CH-C)、無筋コンクリート(高強度 HM、低強度 LM)、低強度かぶり小 RC(LB-C)、低強度かぶり大 RC(LS-C)、低強度二重配筋 RC(LW-C)の 5 種類各 1 体である。また単純累加強度を求めるために RCFT 柱の充填コンクリートと同様の材料、方法、配筋とした RC 試験体(高強度 CHM-C、低強度 CLM-C、低強度かぶり小 RC(CLB)、低強度かぶり大 RC(CLS)、低強度 2 重配筋 CLW : 各 3 体)を制作し、同様の試験を行った。

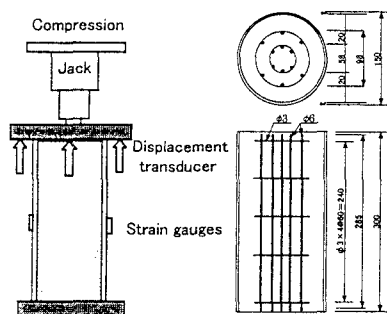


図-1 試験装置と試験体

試験体の寸法は図-1 に示すように外径 150mm、高さ 300mm である。

リップ断面は、ほぼ台形で鋼管取り付け側が 7mm、上側が 3mm、高さは 4mm であり、取り付けピッチは 36mm である。試験体の配筋図も図-1 に示す。試験体を使用した普通鋼管は SS400、リップ付き鋼管は STK400、鉄筋は SR295 $\phi 6$ (軸方向)、SR295 $\phi 3$ (帯鉄筋)であった。充填コンクリートの 28 日強度は、50.0N/mm²(高強度)、19.2N/mm²(低強度)であった。

載荷方法は荷重制御方式で、載荷速度を 5.88kN/sec(0.6tf/sec)、荷重増分を 196kN(20tf)とし、1176kN(120tf)より 3 回の繰り返し載荷を行った。計測項目は、鉛直荷重、鉛直変位及び充填コンクリートと鋼管側面のひずみである。ひずみエネルギーの計算に用いる計測変位は試験体上端部の 4 点の平均値を採用し、ひずみは側面の 4 点の平均値を採用した。

3. ひずみエネルギーからの検討

荷重とひずみエネルギーの関係を図-2、3 に示す。荷重が増大するに伴い、ひずみエネルギーが高くなっていくことが分かった。降伏点に達するまでは、ひずみエネルギーの変化は小さい。しかし、降伏点後に、ひずみエネルギーは大幅に上昇し、大きな変化が見られた。降伏点から最大耐力力まで曲線の傾斜は大きく、ひずみエネルギーが急激に増大している。この間の荷重とひずみエネルギーの関係は、ほとんど直線になった。最大耐力力後のひずみエネルギーの増分はあまり大きくない。せん断ひずみエネルギー(U_s)曲線と圧縮ひずみエネルギー(U_n)曲線の形状が相似しているが、同じ荷重での U_n は U_s より非常に大きくなっている。中空鋼管の終局荷重時のひずみエネルギーは、肉厚に関わらず同じである。中空鋼管にコンクリートを充填すると、終局荷重時のひずみエネルギーは大きくなる。また肉厚が厚ければ厚いほどひずみエネルギーは大きくなる傾向が見られた。

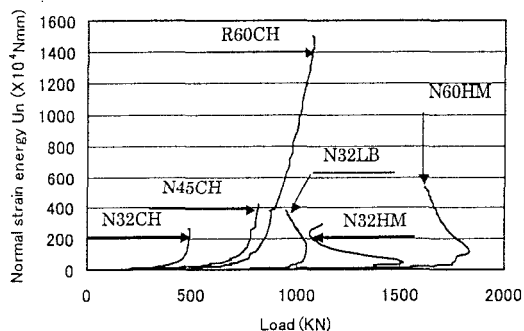


図-2 荷重と圧縮ひずみエネルギーの関係

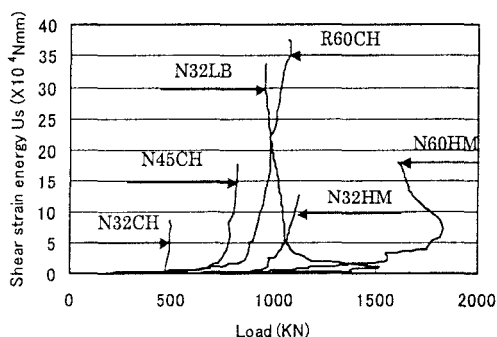


図-3 荷重とせん断ひずみエネルギーの関係

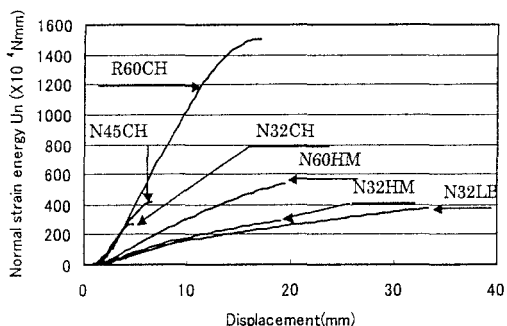


図-4 変位と圧縮ひずみエネルギーの関係

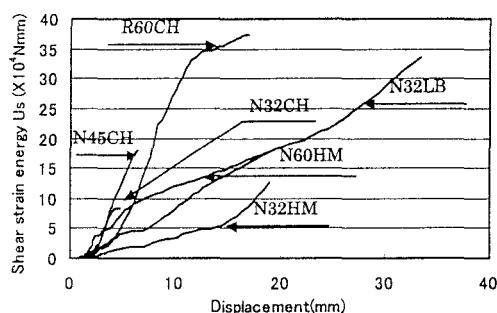


図-5 変位とせん断ひずみエネルギーの関係

変位とひずみエネルギー曲線図（図-4、5）によれば、変位が増大することに伴いひずみエネルギーが大きくなっていることがわかる。中空鋼管の最大ひずみエネルギー時の変位は、肉厚の増大に伴って増大している。中空鋼管にコンクリートを充填すると、最大ひずみエネルギー時の変位が大きくなる。充填コンクリートに鉄筋を配置すると、鋼管の最大ひずみエネルギーとその時の変位はさらに大きくなる。また、中空鋼管に補強リブをつけると、鋼管の最大ひずみエネルギーは2倍以上の増大が見られた。

どの配筋もリブ付き試験体のほうが最大耐荷力と変形性能が大幅に上がることが分かった。最大耐荷力はリブ付き(R60)が最も優れ、鋼管が厚くなるに伴い高くなっていることが分かった。同じ寸法のコンクリート充填試験体では、リブ付き鋼管がリブ無し鋼管より最大荷重は大きくなった。これはリブによって充填コンクリートの拘束がさらに高まり、鋼管の局部座屈が抑制され、鋼管と充填コンクリートの強度が高まったためと考えられる。高強度コンクリート充填タイプは最大圧縮強度発生後急激に耐力を失うために変形性能は低い結果となった。靱性率はRCFTの鋼管が厚くなるにつれ増加していることが分かる。

これらの考察結果は以前の実験報告 1) とよく一致している。

4. まとめ

本研究では、RCFT 構造の力学特性を他の構造と比較しながらひずみエネルギーの立場から考察した。特に、荷重と変位の増大に伴う、せん断ひずみエネルギーの変化を明らかにすることができた。得られた結果は文献 1) の結果と一致することが明らかになった。今後、さらに詳しい考察を行う予定である。

参考文献:

- 1) 遠藤等: RC 充填鋼管構造に関する実験的研究、土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集、2001.3
- 2) 石橋等: 鉄筋コンクリート充填鋼管の圧縮特性に関する実験、土木学会第 55 回年次学術講演会講演概要集、I-A295