# 過鉄筋コンクリート中空断面部材の最大ねじり耐力の評価

立命館大学院理工学研究科 学生会員 〇近藤 克紀

立命館大学院理工学研究科 学生会員 柳田 龍平 立命館大学 理工学部 フェロー 岡本 享久

## 1. はじめに

純ねじりを受ける RC 中空断面部材の斜め圧縮破壊 耐力において、「かぶりがねじり耐力に及ぼす影響」 および「壁厚/部材幅(以下, t/b)とねじり耐力の関 係」を検証した。また, RC 中空断面部材に対する土 木学会コンクリート標準示方書<sup>1)</sup>(以下,示方書) の課題についても論じた。

#### 2. 実験および解析概要

#### (1)供試体概要

断面図および配筋図を図-1に、使用したコンクリ ートの物性試験結果を表-1に示す。供試体は、外寸 250×250mm、スパン 1400mm とし、壁厚 37.5mm

(t/b=0.15)の中空断面部材,壁厚 50.0mm (t/b=0.20) の中空断面部材および中実断面部材を作製した。なお, かぶりの剥落による断面欠損が斜め圧縮破壊耐力に 及ぼす影響を無視するため,かぶり厚さは 0mm とし た。また,上記の t/b=0.20 と断面寸法およびスパン が同一でかぶり厚を 30mm とした t/b=0.20(かぶり有 り)の中空断面部材も作製した。いずれの供試体も軸 方向筋には D10×16本,腹鉄筋に D10 を 60mm 間隔 に配置した。なお、鉄筋を過剰に配筋することでコン クリートの圧壊先行型となるように設計している。

### (2) 載荷試験方法

図-2 に示すように, RC 部材の軸方向中心から直 角方向 250mm の位置に点対称となるように支点をそ れぞれ設け, ねじりを供試体に作用させた.

#### (3)解析条件

解析では,汎用の FEM 解析ソフト「ATENA」を 使用した。解析の対象とした供試体は,壁厚 20,30, 40,50,60,80,100mmの RC 中空断面部材および RC 中実断面部材とした。いずれのモデルもかぶりは 0m している。なお,コンクリートと鉄筋は完全付着 状態にあると仮定し,ひび割れモデルは,固定ひび割 れモデルを設定した。



表-1 使用したコンクリートの物性試験結果

<b>生乳</b>	圧縮強度	曲げ強度	引張強度	ヤング係数
厌武冲	(N/mm <sup>2</sup> )		$(kN/mm^2)$	
t/b=0.15	16.3	3.08	1.73	21.7
t/b=0.20	15.3	2.80	1.42	19.1
中実断面	12.4	2.73	1.35	18.2
t/b=0.20(かぶり有り)	15.8	2.94	1.58	20.4



キーワード 純ねじり,過鉄筋,中空断面,壁厚,かぶり,斜め圧縮破壊耐力

連絡先 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 立命館大学 理工学部環境システム工学科 TEL070-561-3374

## 3. 実験結果および解析結果

## (1) かぶりがねじり耐力に及ぼす影響

実験により得られた各供試体のトルクーねじり角の 関係を図-3に、実験値および示方書による算定値を表 -2に示す。いずれの供試体においても、圧縮破壊先行 型の破壊形式となった。かぶり有りのものは、かぶり 無しのものより43%低い終局耐力を示した。このよう に、外寸法および壁厚が同一であっても、かぶりが有 るものはかぶりが無いものに比べ、ねじり耐力が小さ くなることが確認できた。また、示方書の斜め圧縮破 壊耐力は、断面寸法から算定しているため、両供試体 とも同一の耐力として算定される。しかし、両供試体 の耐力には大きな差があり、t/b=0.20(かぶり有り)は示 方書による算定値を下回っている。このように、かぶ りはねじり耐力に大きな影響を及ぼす場合があるため、 示方書の算定式をかぶりの剥離現象を考慮したものに 見直すが必要であると考えられる。



図-3 トルク-ねじり角

表-2 実験値および示方書による算定値

供試体	t/b=0.20	t/b=0.20 (かぶり有り)
終局耐力(kN•m)	17.85	10.11
示方書M <sub>tcu</sub> (kN・m)	15.59	15.84

#### 4. t/b とねじり耐力の関係

図-4 は t/b とねじり耐力の関係について示しており, 実験値と FEM に基づく解析値および示方書による斜め 圧縮破壊耐力 ( $y_b=1$  とした)をプロットしたものであ る。ここでは、材料強度の影響を無視するために、各 値を圧縮強度の平方根 $\sqrt{f'_c}$ で除したものを縦軸に示し た。なお、各値を $\sqrt{f'_c}$ で除した理由は、示方書による 斜 め 圧 縮 破 壊 耐 力 が 、 $M_{tcud} = 1.25\sqrt{f'_{cd}} \cdot K_t/$  $\gamma_b[f'_{cd}:$ 設計圧縮強度、 $K_t$ :ねじり係数]で算出されてい るためである。また、示方書では t/b が 0.15 以上では 中実断面とみなして耐力を算定し、t/b が 0.15 以下の場 合は中空断面として耐力を算定している。

実験値では, t/b が 0.2 以上で傾きが小さく, 中実断 面とほぼ同等の耐力を示した。しかし、それ以下では、 t/b の減少に伴い急激な耐力の低下が見られた。また, 解析値においても実験値とほぼ同様の傾向を示した。 したがって、t/bの基準を0.2として、各部材断面の斜 め圧縮破壊耐力を算定する必要があると考えられる。 また、示方書では、t/b が 0.2 以上において、安全な範 囲内で実験値をフォローできていた。しかし、それ以 下では、示方書が実験値を上回っている部分が見られ た。さらに、示方書の斜め圧縮破壊耐力は t/b が 0.15 の位置において、不連続になっているという問題も見 られた。この原因として,示方書では斜め圧縮破壊耐 力をサンブナンねじり(単純ねじり理論)に基いて算出 していることが挙げられ、実験値に沿って見直す必要 がある。例えば、上述の考察を踏まえ、スタート位置 は t/b=0.20, 傾きは実験結果から求めることで、図-4 の様な破線で示すこともできる。



図-4 t/b とねじり耐力の関係

#### 5. まとめ

本研究で得られた結論を以下にまとめる。

- (1) ねじりを受ける RC 中空断面部材の斜め圧縮破壊 耐力は,断面寸法が同一であっても,かぶりが有る ものはかぶりが無いものと比べて,耐力が小さくな ることが確認できた。
- (2) 壁厚/部材幅が 0.20 以上の RC 中空断面部材では, 中実断面とほぼ同等のねじりによる腹部コンクリ ートの斜め圧縮破壊耐力を有することがわかった。
- (3) 壁厚/部材幅が0.2以下のRC中空断面部材のねじり による腹部コンクリートの斜め圧縮破壊耐力につ いては、示方書では適用できない場合がある。

【参考文献】

2012年制定 土木学会コンクリート標準示方書
[設計編:本編] pp.196-204