

大阪市立大学工学部 学生員 ○脇坂 和征
大阪市立大学工学部 山口 アレックス英人
大阪市立大学工学部 正会員 角掛 久雄
大阪市立大学工学部 フェロー 関田恵一郎

1. はじめに

兵庫県南部地震以降、橋脚の柱部材において靱性の向上が望まれており、コンクリート充填鋼管(以後 CFT と呼ぶ)部材は靱性、耐荷力に優れた特徴を有しているため、近年では多く採用されている。

土木分野における既往の CFT に関する研究では曲げ、圧縮力に着目したものが大半で、せん断力に関する研究はほとんどなされていない。そのため土木分野における CFT 構造物の設計基準では安全側の立場からせん断力に関しては鋼部材のみが負担することとし、充填コンクリートは一切考慮していない。ラーメン橋脚などせん断力が卓越する構造となる場合があり、このような場合に関しては過大な耐力評価となり、不経済でもありと考えられる。また、建築分野では CFT に関する研究が進んでおり、せん断に関する研究もなされている。しかし、幅厚比が 100 以下のものがほとんどで、実際の土木構造物を考えるにはより大きい幅厚比を扱う必要がある。

そこで、本研究はで大幅厚比の角形 CFT 梁を対象とし、せん断力に対する耐荷力、及び破壊形式とせん断スパン比の関係を明確にすることを目的として実験により検討を行った。

2. 実験概要

本実験では図-1 ような断面幅、高さともに 200mm、長さ 1300mm の角形 CFT を用いた。供試体は付着を考慮しないものとし、内部にはリブは一切配置しないこととした。ただし、打設時の間隔保持材、かつコンクリートの抜け落ちを防ぐためにせん断スパンを避けて貫通ボルトを設置した。また端部に関しては図-2 に示すようなダイヤフラムを取り付けることで更に補強している。この供試体を図-1 のように設置し載荷装置下に固定させ、2 点で鉛直方向に単純繰り返し載荷を行った。載荷時には鋼材が負担するせん断力等を検討するため、三軸ひずみゲージを左右、裏表ともに鋼管ウェブのせん断スパン中央に 50mm 間隔で取り付けた。また、部材中央のたわみ(部材回転角)を計測するため変位計も取り付けしている。実験変数を幅厚比(200,250)、せん断スパン比 (0.75,1.0,2.0)として表-1 のように計 6 体実験を行った。なお、材料定数は表-2 に示す。

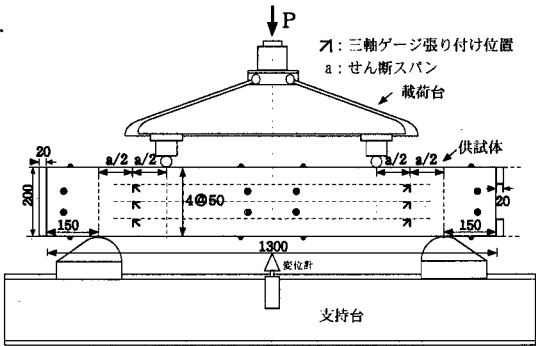


図-1 供試体および実験装置(単位:mm)

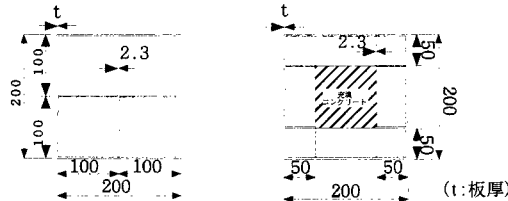


図-2 供試体端部ダイヤフラム(単位:mm)

表-1 供試体一覧

供試体名	せん断スパン比	幅厚比(板厚:mm)
s0.75-t0.8	0.75	250 (0.8)
s0.75-t1.0	0.75	200 (1.0)
s1.0-t0.8	1.00	250 (0.8)
s1.0-t1.0	1.00	200 (1.0)
s2.0-t0.8	2.00	250 (0.8)
s2.0-t1.0	2.00	200 (1.0)

表-2 材料定数

鋼材(SS400)			
降伏強度 (MPa)	破断強度 (MPa)	ヤング率 (GPa)	ポアソン比
198	326	186	0.35
コンクリート			
圧縮強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	ヤング率 (GPa)	ポアソン比
18.8	1.15	18.4	0.20

表-3 破壊形式(単位:kN)

供試体名	破壊形式	破壊荷重
s0.75-t0.8	せん断破壊	247
s0.75-t1.0	せん断破壊	248
s1.0-t0.8	曲げ破壊	193
s1.0-t1.0	曲げ破壊	263
s2.0-t0.8	曲げ破壊	92
s2.0-t1.0	曲げ破壊	112

3. 実験結果

(1)破壊形式

表-3 に示したようにせん断スパン比が 1.0 以上の供試体は純曲げ区間において引張側のフランジが破断する曲げ破壊が生じた. しかし, せん断スパン比 0.75 の供試体はせん断破壊が生じ, 写真-1 に示すようなせん断スパン区間における内部コンクリートにせん断ひび割れが観察された. ただし写真-2 に示すように鋼管ウェブに一切せん断座屈は生じていない. 幅厚比 250,200 の供試体共に同じような破壊形式であったため, 以後幅厚比 250 の供試体についてのみ結果を示すものとする.

図-3 にはウェブに貼り付けた三軸ひずみゲージより主ひずみとその方向を示している. この図と実験の観察より, 主ひずみ方向が急激に変化した点においてせん断破壊が生じ始めたものと考えられる. そのため表-3 に示すせん断破壊荷重はこの時の載荷荷重とした.

(2)せん断力に対する鋼材の分担率

三軸ひずみゲージから得られた測定ひずみより, 鋼管が負担するせん断力(S_s)を求め, 図-4 には断面全体にかかるせん断力($S=P/2$)と鋼管が負担するせん断力(S_s)の比を示した. また, 図中に示す設計せん断耐力(S_u)は土木学会鋼構造設計指針 Ⅱに規定されているせん断強度(局部座屈強度)から式(1)により求められた値である.

$$S_u = \tau_{cul} A_s \tag{1}$$

S_u : 設計せん断耐力 τ_{cul} : 局部座屈強度 A_s : 鋼管ウェブ断面積
この図から, せん断力に対する鋼管の分担率は 20%程度以下であることが分かる. また, この値はせん断破壊に至るまでは式(2)に示すせん断剛性比に類似した値を示しているとも考えられる. このことから, 80%以上がコンクリートで抵抗しているとも考えられるが, コンクリートのみのせん断耐力は鋼管のウェブのせん断耐力よりも小さいため, 合成作用による耐荷力が生じていることが分かる

$$\frac{G_s A_s}{\sum G A} \tag{2}$$

G : せん断弾性係数 * 下付の s は鋼管を表す

4. まとめ

本研究では大幅厚比の角形 CFT 梁を対象に, せん断耐力, せん断スパン比による破壊形式の検討を行った. 本研究により得られた結果を以下に示す.

- ・せん断スパン比 0.75 の供試体は鋼管ウェブにせん断座屈は生じずにコンクリートに斜めひび割れが発生するせん断破壊が生じ, 1.0 以上のものには曲げ破壊を生じる.
- ・せん断破壊をしたせん断スパン比 0.75 の供試体では, せん断破壊荷重は設計せん断耐力の約 6 倍程度の値を示し, 鋼管の分担率は 20%程度以下であることから, コンクリートと鋼の合成作用を考慮したせん断耐力を検討する必要性を示すことができた.

参考文献 1)土木学会: 鋼構造物設計指針 PARTB 合成構造物, 平成 9 年版
2)日本建築学会: コンクリート充填鋼管構造物設計施工指針, 1997.10

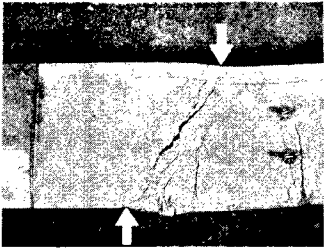


写真-1 内部コンクリート (s0.75-t0.8)

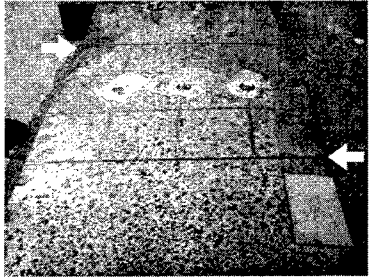


写真-2 鋼管ウェブ(s0.75-t0.8)

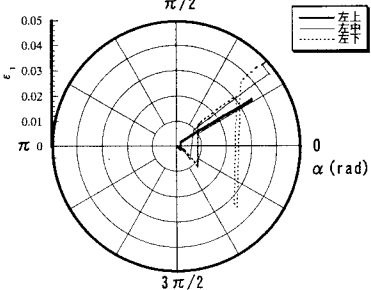


図-3 鋼管ウェブの主ひずみ-主ひずみ方向(s0.75-t0.8)

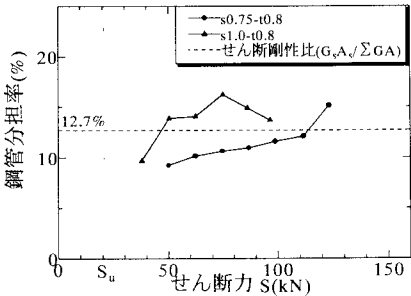


図-4 せん断力の鋼管分担率