

大幅厚比を有する角形コンクリート充填鋼管(CFT)のせん断耐力

大阪市立大学大学院 学生会員 脇坂 和征
 大阪市立大学大学院 正会員 角掛 久雄
 大阪工業大学 フェロー 園田恵一郎
 大阪市 ソコル アレックス 英人

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¹⁾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、充填コンクリートの効果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る。このような場合に関しては過大な耐力となり、かつ不経済となると考えられる。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、本研究では大幅厚比の角形 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 のような断面幅、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、端部に関しても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 の間隔で取り付け付けた。また、部材中央のたわみを計測するため変位計も取り付けしている。実験変数は幅厚比(200,250)、せん断スパン比(0.75,1.0)として計 4 体実験を行った。なお、材料定数は表-1 に示す。

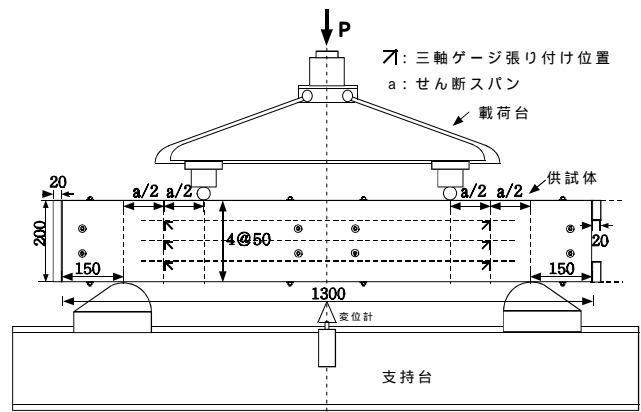


図-1 供試体および実験装置(単位：mm)

表-1 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	0.2

表-2 供試体の破壊形式と各種せん断耐

供試体名	せん断スパン比	幅厚比 (板厚:mm)	破壊形式	破壊荷重 (kN)	鋼管		コンクリート		設計せん断耐力			
					r_s (%)	S_s (kN)	r_c (%)	S_c (kN)	S_{us} (kN)	S_{uc1} (kN)	S_{uc2} (kN)	S_{uc3} (kN)
s0.75-t0.8	0.75	250(0.8)	せん断破壊	140.9	11.1	15.7	88.9	125.3	41.0	11.3	36.1	87.6
s0.75-t1.0	0.75	200(1.0)	せん断破壊	133.5	13.5	18.1	86.5	115.5	41.0	11.3	38.8	87.6
s1.0-t0.8	1.00	250(0.8)	曲げ破壊	96.5	12.8	12.4	87.2	84.1	55.0	11.3	28.2	87.6
s1.0-t1.0	1.00	200(1.0)	曲げ破壊	131.7	15.4	20.2	84.6	111.5	55.0	11.3	30.3	87.6

キーワード：コンクリート充填鋼管，大幅厚比，せん断耐力

大阪市立大学工学部土木工学科 〒558-8585 大阪市住吉区 3-3-138 TEL 06-660-52723

3. 実験結果

(1)破壊形式 表-2 に示したように、せん断スパン比が 1.0 の供試体は純曲げ区間において引張側フランジが破断する曲げ破壊が生じた。せん断スパン比 0.75 の供試体はせん断破壊が生じ、写真が示すようなせん断スパン内において内部コンクリートのせん断ひび割れが観察された。ただし鋼管ウェブには一切せん断座屈は生じなかった。なお、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 供試体についてのみ結果を示す。

(2)せん断力に対する鋼材の分担率 図-2 には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、せん断スパン内の断面にかかるせん断力($S=P/2$)と鋼管が負担するせん断力(S_s)との比を示した。また、図中に示す設計せん断耐力(S_{us})は文献 1)に規定されているせん断強度(局部座屈強度)から求められた値である。この図より、 S に対する S_s の分担率は 20%以下であることが分かり、この値はせん断破壊に至るまではせん断剛性に類似した値を示しているとも考えられる。

(3)せん断力に対するコンクリートの分担力 図-3、図-4 にはせん断スパン比 1.0, 0.75 について、鋼管の分担率からコンクリートが負担するせん断力(S_c)を求め、 S_s, S と共に示した。図より、せん断スパン比 1.0, 0.75 の供試体共に荷重初期段階では、ほとんど鋼管はせん断力を負担していないことがわかる。

図-2、図-3 と実験の観察により、それぞれの図の挙動が急激に変化した点においてせん断破壊が生じたものと考えられるため、表-2、図-2、図-3 に示すせん断破壊荷重はこの時の荷重とした。また、表-2 に示した r_c (コンクリートのせん断力分担率)、 r_s (鋼管のせん断力分担率)、 S_c, S_s は破壊時の値を示している。なお参考値として各供試体を RC 換算し、文献 2)に示されている算定式を用いて、普通梁、ディープビームそれぞれの設計せん断耐力 S_{uc1}, S_{uc2} 、斜め圧縮破壊耐力 S_{uc3} 、また S_{us} を示した。なお、安全率は 1.0 としている。

4.まとめ 本研究では大幅厚比の角形 CFT 梁を対象に、鋼およびコンクリート部材それぞれが負担するせん断耐力に注目し検討を行った。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 のせん断破壊した供試体において、鋼材のせん断力分担率は 20%以下であり、破壊時の分担率は鋼構造設計指針のせん断耐力よりも小さい値を示している。なお一切せん断座屈は生じなかった。
- ・せん断スパン比 0.75 のせん断破壊した供試体において、破壊時のコンクリートの負担せん断力はコンクリート標準示方書²⁾によるどの設計耐力よりも大きな値を示している。
- ・せん断破壊荷重はいずれのせん断耐力算定式よりも大きな値を示した。

以上より CFT 部材の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)土木学会：コンクリート標準示方書 設計編，平成 8 年版

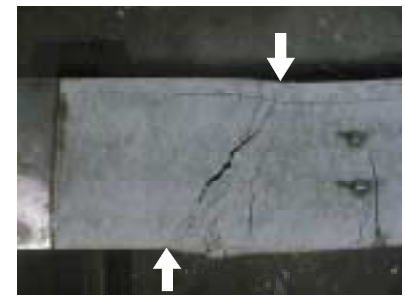


写真 せん断ひび割れ

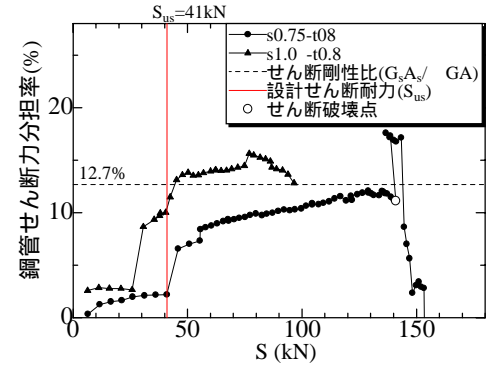


図-2 鋼管せん断力分担率(板厚 0.8mm)

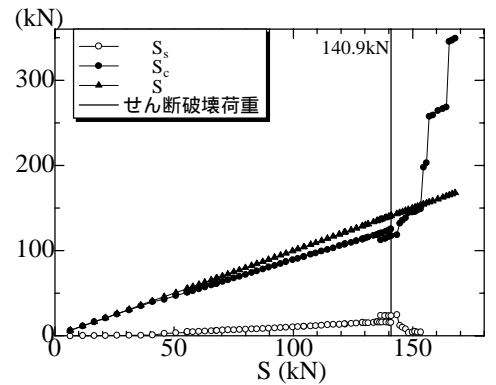


図-3 せん断分担力(t0.8-s0.75)

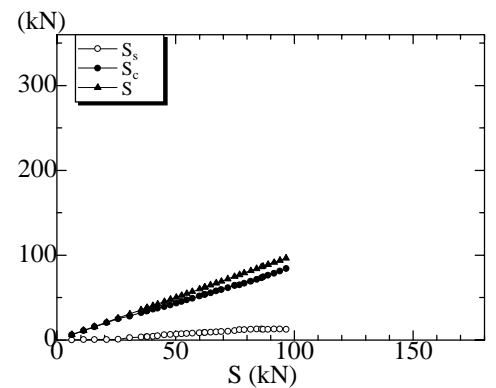


図-4 せん断分担力(t0.8-1.0)