

鋼管をせん断補強筋として用いた円形合成橋脚の耐震性状に関する研究

埼玉大学 学生会員 ○矢口 繁顕
 埼玉大学 正会員 町田 篤彦

1. はじめに

兵庫県南部地震以降、鉄筋コンクリート橋脚には、大きな靱性が要求されるようになった。これに伴い、大量のせん断補強鉄筋を配置することが必要となっており、施工上の問題も惹起している。本研究における「鋼コンクリート合成構造橋脚」は、この問題に対する解答の一つを与えようとして考案したものである。施工時には型枠としてコンクリートの圧力に耐え、完成後はせん断補強鋼材として作用する薄肉の鋼管を用い、その内部に軸方向鉄筋を配してコンクリートを打ち込んだものである。鋼管には鉛直荷重を負担させず、せん断力のみを負担させるから薄肉でよく、また、橋脚内部に配すべきせん断補強筋を減ずることができるから施工が容易になり、施工不良も起き難くなる。本研究は、このような「鋼コンクリート合成構造橋脚」の耐震性状を明らかにするため、荷重変位履歴曲線、耐荷力、変形性能、破壊性状について、鋼管と同量の鉄筋をせん断補強鋼材として用いた供試体と比較して論ずるものである。

2. 実験概要

本実験で作製した供試体概要を表1、供試体断面図を図1に示す。SP-2に用いる鋼管は、フーチングと剛結させないことによりせん断力のみを受け持つようにした。また、鋼管には軸力を負担させないので、型枠として打設に耐えられるだけの強度を有するだけでよく、計算上さらに薄くすることが可能であった。しかし鋼管を作製する際、溶接等施工上ある程度の厚さが必要であるため2.3(mm)とした。荷重は、垂直方向に一定軸力として1(MPa)を与えながら水平方向に正負交番荷重を行った。

3. 荷重 - 塑性率関係について

実験により得られた荷重-塑性率関係を図2に示す。図のように、SP-1に比べSP-2の方が、耐荷力が若干高い結果が示された。これは、鋼管が圧縮側でフーチングと接することにより圧縮力を負担し、引張側ではコンクリートとの付着によって引張力を負担したためであると考えられる。また、SP-2においては鋼管溶接部が破壊したときより耐力が急激に低下した。これは鋼管の拘束効果を発揮できなくなったためである。鋼管溶接部破壊前までの塑性域での両者の損傷状況を比較すると、SP-1は圧縮部コンクリートが剥離し主鉄筋が露出していたのに対し、SP-2は鋼管でコンクリートを拘束し剥離を防いでいた。すなわち鋼管がコンクリートを拘束することにより耐力の低下を遅らせていたといえる。

荷重方向に対し $\pm 45^\circ$ 以内に配置された軸方向鉄筋が、事前の引張試験より得られた降伏ひずみに達したときの変位を降伏変位として塑性率を算定した結果、SP-1はおよそ15、SP-2はおよそ17となった。このよう

	構造形式	せん断補強鋼材	せん断スパン (mm)	断面直径 (mm)	帯筋比 (%)	軸方向鉄筋比 (%)	軸力 (MPa)
SP-1	RC	フーチ筋(SD295A)	1000	400	1.41	1.9	1.0
SP-2	合成	鋼管(SM400)	1000	400	1.41	1.9	1.0

表1 供試体概要

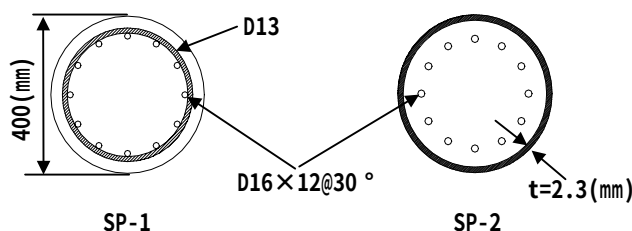


図1 供試体断面

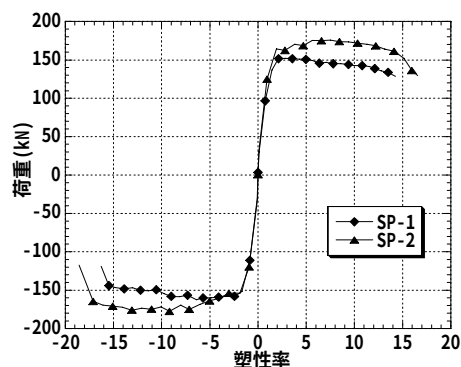


図2 荷重 - 塑性率関係

キーワード 鋼コンクリート合成構造橋脚, 薄肉鋼管

連絡先 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学 建設材料研究室 TEL 048-858-3556

に、鋼管が変形性能向上に及ぼす影響については、終局時における両者の差は、両供試体とも引張鉄筋の破断により終局しているため、評価することはできなかった。しかし、いずれの供試体も軸方向筋が破断するまで耐力が急激に低下していないことから、十分な変形性能が得られているといえる。すなわち、両供試体とも同等の変形性能を有していることから、同変形性能において施工性が上がったことになり鋼管の有効性が認められたといえる。

4. せん断耐力について

V を全せん断力、 V_s をせん断補強鋼材が受け持ったせん断力、 V_c をせん断補強鋼材以外が受け持ったせん断力、 V_{cd} をせん断耐力として相互関係を図3に示す。SP-2において塑性率15付近まで V_{cd} と同程度の V_c を受け持ちつづけていることが確認できる。また塑性率13付近から V_c が急激に低下し始めているが、これは鋼管基部で溶接が裂け始めたときと一致している。従って、溶接が裂けなければ、まだ十分にせん断力を保持できたことを意味している。これとは対照的にSP-1では、 V_c を保持することなく低下しつづけていることが確認できる。即ち鋼管はフープ筋と異なり、部材に発生する引張力を方向に関係なく受け持つことができるため、部材に発生するひび割れを抑制する効果がある（図4）。またひび割れが発生した後は、ひび割れの進行、ひび割れ幅の拡大を抑制する効果も有する。この効果により V_c の構成要因の中でも、特にせん断ひび割れ面でのかみ合い作用によるせん断抵抗が低下することを防ぎ、鋼管が部材外端にあることで、かぶりコンクリートが剥落するのを抑制し、圧縮部コンクリートのせん断抵抗の低下を防いだと考えられる。即ち、鋼管は終局時でも十分弾性域にあったことから、また、橋脚上方にひび割れが全く発生しなかったことから、同量のフープ筋によるせん断補強よりもせん断補強効果が高いと言える。

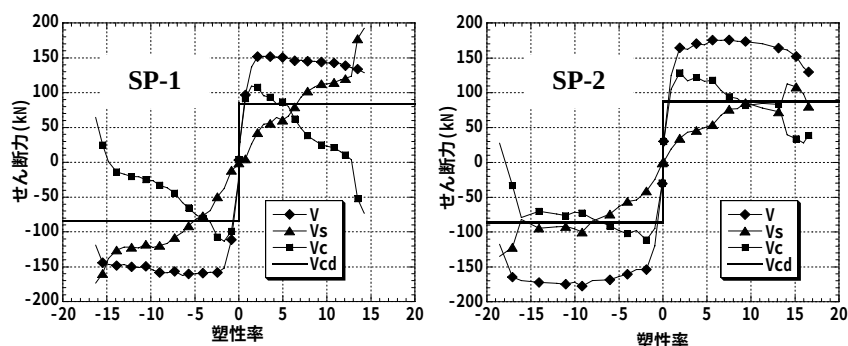


図3 せん断力における相互作用

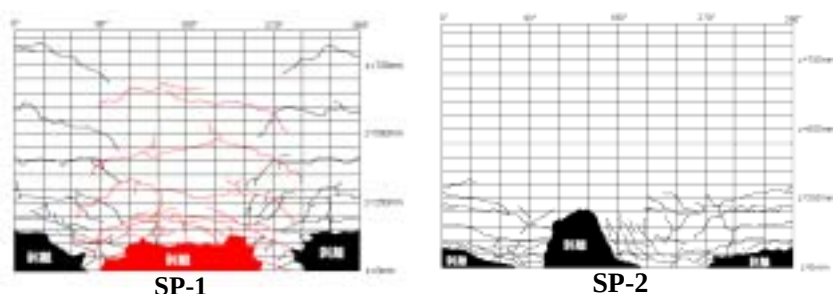


図4 供試体ひび割れ状況

5. 結論

本研究より以下のことがわかった。

- ・ 鋼管が軸力を受け持つことにより曲げに対する耐荷力の向上がみられた。また、鋼管を配置することによりコンクリートを拘束する効果を発揮し、耐荷力の低下を遅らせることができた。
- ・ 終局変形性能は比較できなかったが、鋼管により十分な変形性能を得られることが確認できた。
- ・ 鋼管はひび割れの発生を抑制し、また、発生したひび割れの進行、拡大を抑制する効果を有するため、ひび割れ性状を大きく改善することができる。
- ・ 鋼管は“骨材のかみ合い作用”及び“圧縮部コンクリート”により受け持たれるせん断力の低下を防ぎ、また、部材に発生する引張力を方向に関係なく受け持つことができるため、同量のフープ筋によるせん断補強よりも高いせん断補強効果を有する。

参考文献

- ・ 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼とコンクリートの複合構造物，丸善株式会社，1998.8
- ・ 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計，丸善株式会社，1999.10