

コンファインド効果が RC 梁のせん断強さに及ぼす影響

広島大学大学院 学生員 ○宮口 克一
 (株)大林組 正員 川西 貴士
 広島工業大学工学部 正員 米倉 亜州夫

1. はじめに

兵庫県南部地震では特に橋脚のせん断破壊が多かったことから、せん断耐力及び変形性能の改善が要求される。そこで圧縮強度と靱性能を著しく改善できるコンファインド効果を RC 部材のせん断補強鉄筋内のコンクリートに発揮させるために、せん断補強鉄筋として従来用いられている丸形鉄筋の代わりに、コアコンクリートを拘束する面積の大きな平板状の鋼板(以下帯鋼板と称す)を用い、RC 梁の単調曲げ載荷試験及びコンファインド効果の差が顕著に現れやすい RC 柱の正負交番載荷試験を行うことにより、そのせん断耐力特性について力学的に検証した。

2. RC 梁の単調曲げ載荷試験

2.1. 実験概要

載荷方法は単調曲げ載荷試験とした。図-1 に供試体寸法及び配筋図を示す。供試体は $260 \times 260\text{mm}$ の正方形断面 RC 梁とし、スパン 1400mm 、せん断スパン 550mm 、せん断スパン比 2.5、軸方向主鉄筋比 3.8%とし、せん断補強鉄筋は 100mm 間隔で配置した。また断面図心軸には PC 鋼棒を配置した。せん断補強鉄筋としては D6、D10 の異形棒鋼(SD295)及び幅 19、 32mm の帯鋼板(降伏強度 623N/mm^2)の 4 種類とし、 $\phi 6$ と帯鋼板 19mm 、D10 と帯鋼板 32mm はそれぞれ降伏荷重が同程度となるように設定した。

2.2. 実験結果及び考察

図-2 に鉛直荷重と鉛直変位(たわみ)の関係を示す。せん断耐力については、いずれについても帯鋼板を用いた供試体が異形棒鋼を用いた供試体よりも下回る結果となった。しかし最大荷重以降の変形性能は、包絡線が逆転しており、帯鋼板を用いた方が優れていることから、躯体の剛性の低下が軽減されていることが分かる。

図-3 にひび割れ幅と鉛直変位(たわみ)の関係を示す。帯鋼板 19mm を用いた供試体の方が、同一変位におけるひび割れ幅が大きく、ひび割れ幅の進展が早い。これは帯鋼板が高強度であるので、断面積を小さくしたため、同一荷重が作用した場合、帯鋼板の方が応力が大きくなるため、歪みやすいことが原因である。また全ての供試体はひび割れ幅が 1.3mm 付近に到達すると、ピークを迎えているため、帯鋼板の方がせん断耐力が下回った原因としてもこの帯鋼板の歪み特性が大きく関わっているものと考えられる。

3. RC 柱の正負交番載荷試験

3.1. 実験概要

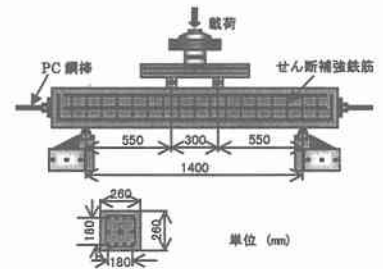


図-1 供試体の寸法及び配筋

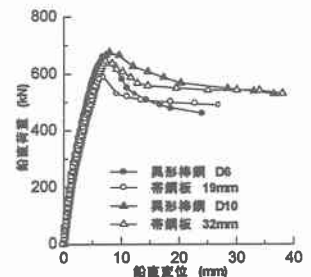


図-2 鉛直荷重—鉛直変位関係

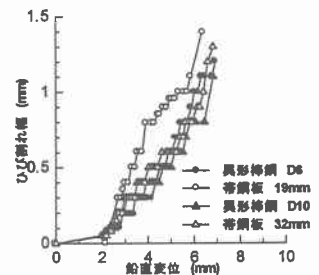


図-3 ひび割れ幅—鉛直関係

図-4 に供試体寸法及び配筋を示す。供試体は $270 \times 270\text{mm}$ のフーチング付き正方形断面柱とし、せん断スパン 1100mm 、せん断スパン比 4.1 、軸方向主鉄筋比 2.8% とし、せん断補強鉄筋は 100mm 間隔で配置した。せん断補強鉄筋としては $\phi 6$ 、 $D10$ の丸形鉄筋 (SD295) 及び幅 19 、 32mm の帯鋼板 (降伏強度 679N/mm^2) の 4 種類とし、 $\phi 6$ と帯鋼板 19mm 、 $D10$ と帯鋼板 32mm はそれぞれ降伏荷重が同程度となるように設定した。

載荷方法はアクチュエーターを用いた 2 軸載荷試験とした。鉛直方向に 1N/mm^2 の一定荷重、水平方向は正負交番の繰り返し荷重を作用させた。載荷のサイクルは $R=1/250\text{rad}$ ごとに 3 回づつ繰り返ししながら変位を増加させた。

3. 2. 実験結果及び考察

図-5 及び図-6 に加力点における水平荷重と水平変位の関係を示す。最大耐力について比較すると帯鋼板 19mm を用いた供試体は $\phi 6$ と比較していくらか上回っているが、 $D10$ と 32mm については顕著な差は見られない。これは $\phi 6$ を除く 3 供試体は主鉄筋が降伏してしばらく変形が進んだ後、せん断補強鉄筋が降伏する曲げ破壊先行型せん断破壊となっている。断面と軸方向主鉄筋量が変わらない 3 供試体は曲げ耐力が同値であるため、最大耐力は曲げ耐力の影響を受けて差が見られなかったものと考えられる。しかし同一変位における包絡線と横軸で囲まれる範囲の面積をエネルギー吸収能力として評価すると、帯鋼板 19mm を用いた供試体は $\phi 6$ よりも約 1.4 倍、帯鋼板 32mm を用いた供試体は $D10$ の約 1.2 倍となっており、帯鋼板を用いることによってコンクリートの高い拘束効果が得られ、靱性能を改善できることが確認された。

図-7 にひび割れ幅と水平変位の関係を示す。 $R=3/250\text{rad}$ までは同様な挙動を示しているが、それ以降は帯鋼板を用いた供試体の方が丸形鉄筋と比較して同一変位におけるひび割れ幅が小さく押さえられている。帯鋼板は高強度であるため歪みやすいというデメリットがあるにも関わらず、ひび割れ幅の進展が遅いことから、交番荷重を受けた場合、梁の場合の単調荷重と比較して多数のひび割れが発生し、躯体全体が緩み膨張しようとするが、帯鋼板の拘束によってコンファインド効果が全体に渡って有効に発揮されるようになる。その結果靱性能が向上したものと考えられる。

4. まとめ

以上の 2 種類の載荷試験から、帯鋼板を RC 部材のせん断補強鉄筋として用いた場合、従来の丸形鉄筋と比較して最大耐力については顕著な差が見られないものの、最大荷重以降の変形能力については改善されることが明らかとなった。特に交番荷重が作用した場合、高い拘束効果が得られ、靱性能を大幅に改善できる。しかし RC 梁の単調載荷試験ではひび割れ性状に悪影響を及ぼすというデメリットも確認されたため、せん断補強鉄筋としての帯鋼板の実用化に向けて、帯鋼板の低強度化が一つの大きな課題であると考えられる。

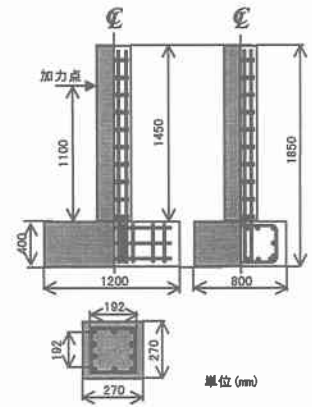


図-4 供試体寸法及び配筋

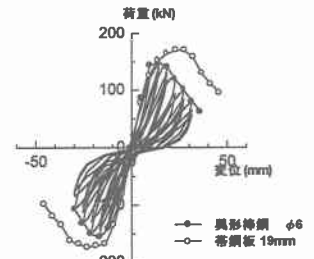


図-5 水平荷重—水平変位関係

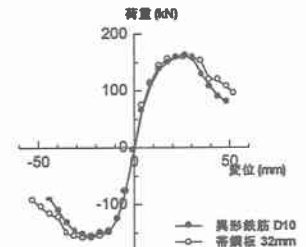


図-6 水平荷重—水平変位関係

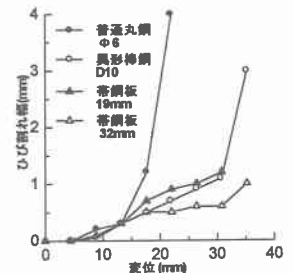


図-7 ひび割れ幅—水平変位関係