

1. はじめに

コンクリート梁部材は一般的に、スパン中央部に局所的にひび割れが生じ、曲げ破壊に至る。そこで、部材に鰐鉄筋を入れることにより、ひび割れ、すなわち応力が分散し局所的な破壊を起こさないということが考えられる。さらに、膨張剤を加えケミカルプレストレスを導入することで、よりその効果が強まると思われる。鰐鉄筋とは、東京鉄鋼株式会社の製品であるネジテツコン[®]を利用したもので、節がネジ状になった異形鉄筋に、ナット状の鰐を取り付けて作成される鉄筋のことである。

しかし、鰐鉄筋を用いた場合の耐力算定式が定量的に確立されておらず、鰐鉄筋をどのように配筋すれば効果が現れるのか分かっていないのが現状である。

そこで、本研究では、鰐鉄筋を用いたコンクリート梁部材に着目する。主筋のみを配筋した場合とさらにその中央にもう1本配置した場合、中央の1本が鰐鉄筋の場合、また、膨張剤の有無の違いでの比較実験を行い、鰐鉄筋がコンクリート梁部材のせん断破壊性状に与える影響を調べることを目的とする。

2. 実験概要

(1) 供試体条件

供試体は全長1800mm、幅100mm、高さ200mm、有効スパン長1600mmの複鉄筋長方形梁とする。鉄筋は異形鉄筋D13(SD295)を引張側及び圧縮側にそれぞれ2本ずつ配置した(この供試体をA-1とする)。さらに、中心に異形鉄筋D16(SD490)を1本配置した供試体をA-2とし、その異形鉄筋D16に、写真-1に示すような100mm間隔に鰐のついた供試体をA-3とする。各供試体はそれぞれ膨張剤を加えたものも作製し、それぞれB-1、B-2、B-3とする。これらの配筋図を図-1に示す。また、コンクリートの圧縮強度は、膨張剤を混ぜたBタイプのコンクリートが28.5N/mm²、そうでないAタイプのものが30.9N/mm²であった。なお、供試体の配合を表-1に示す。

(2) 実験方法

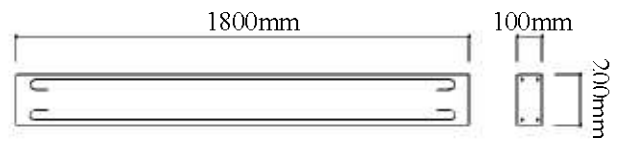
載荷試験は、鉛直アクチュエータにより0.5mm/minの速度で4点載荷を行った。普通コンクリートを用いた供試体はせん断スパン比 $a/d=3.5$ 、膨張剤を使用した供試体につい

ては、せん断スパン比 $a/d=3.0$ とした。

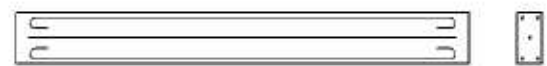
実験にあたり、各載荷ステップでスパン中央の変位、引張鉄筋のひずみ、コンクリート圧縮縁のひずみ、そしてひび割れの状況を観察する。



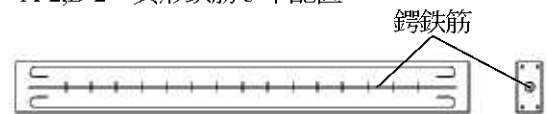
写真-1 鰐鉄筋



A-1,B-1 異形鉄筋 4 本配置



A-2,B-2 異形鉄筋 5 本配置



A-3,B-3 異形鉄筋 4 本、鰐鉄筋 1 本配置

図-1 供試体配筋図

表-1 供試体配合表

材料	普通 コンクリート	膨張 コンクリート
セメント	13.02	12.1
水	7.54	7.54
細骨材 1	31.79	31.79
細骨材 2	13.52	13.52
粗骨材 1	40.66	40.66
膨張剤	—	0.92

単位: kg

3. 実験結果

(1) 荷重-変位関係

鉛直荷重と梁中央部引張側における変位の関係を図-2 に示す。また、各供試体の最大荷重を表-2 に示す。表-2 および各実験結果においてB-2 の値が無いのは、実験の際に載荷装置の操作ミスにより結果を得ることができなかったためである。

まず、膨張剤を混ぜていない供試体について比較してみると、A-1, A-2, A-3 の順に、最大荷重、変位ともに大きくなっていることがわかる。A-1, A-2 はせん断破壊により急激に荷重が落ちていることが確認できる。鰐鉄筋を用いたA-3 については曲げ破壊に至っているため、破壊が緩やかで靱性に富んでいるといえる。これは、鰐鉄筋を配筋することにより部材全体に応力を分散したことが影響していると考えられる。

次に、膨張剤を混ぜた供試体について比較してみる。鰐鉄筋を配置したB-3 の方が最大荷重は大きくなっているが、変位は小さいことがわかる。最大荷重から確認できるように、鰐鉄筋の効果が大きいことがわかる。B-3 の破壊後の変位がB-1 に比べて小さい理由は、B-1 とB-3 の両方とも脆性的なせん断破壊に至っているが、B-3 は鰐鉄筋が配置されているために、斜めひび割れによる部材のずれを最小限にしたと考えられる。

(2) 破壊性状

各供試体の載荷試験後のひび割れ状況を図-3 に示す。普通コンクリートのAの供試体については、A-1, A-2 がせん断破壊、鰐鉄筋を用いたA-3 が曲げ破壊を起こした。A-3 は他の供試体に比べて、曲げひび割れが高く成長していることが確認できる。また、曲げひび割れの発生位置が鰐鉄筋を配置した位置と近いため、鰐により応力が分散されてひび割れも分散したと考えられる。そして、A-3 にもせん断ひび割れが確認できるが、曲げ破壊に至った後も実験を続けていくことにより成長していったものである。

膨張剤を混ぜた供試体については、B-1 とB-3 の両方がせん断破壊を起こした。B-3 は、A-3 程ではないがB-1 と比べると曲げひび割れが成長しており、発生位置もA-3 と同様に鰐鉄筋の配置位置と近いため、これらのひび割れも鰐により導入されたものであると考えられる。

4. 耐力算定式

耐力算定式により、部材の曲げ耐力、せん断耐力を算定し実験結果と比較する。A-2 で配置した異形鉄筋D16(SD490)は引張力を受け持つ部材として考慮するが、鰐

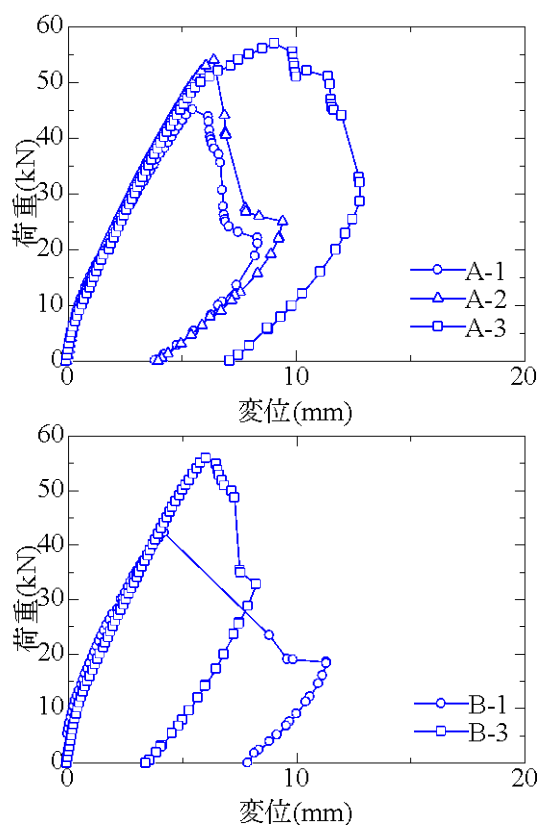


図-2 荷重-変位関係

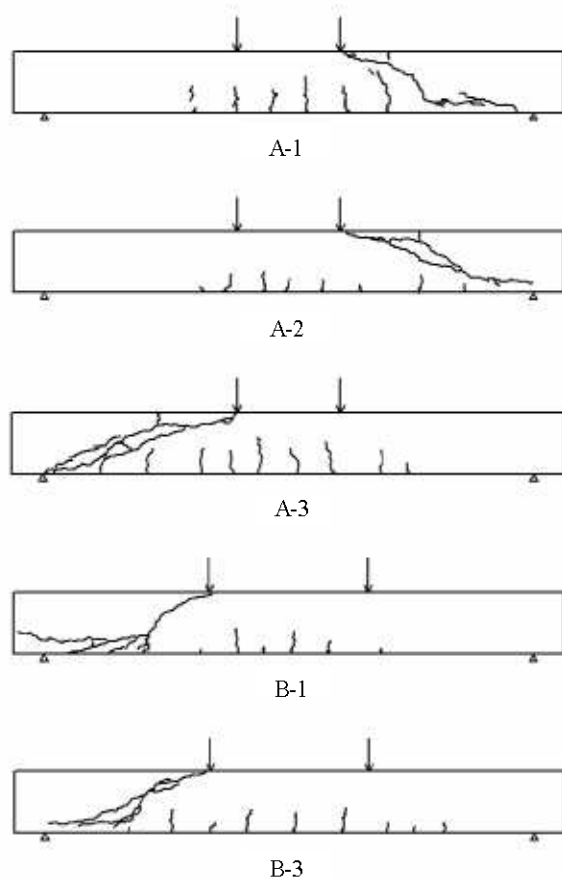


図-3 供試体ひび割れ状況

鉄筋に関しては現段階では鰐を考慮せず、A-2 と同じ配筋状態と考慮して算定値を求める。

(1) 曲げ耐力

部材の曲げ耐力を以下の式(1)²⁾により算定する。

$$Mu = (A_s \cdot f_{yd} - A'_s \cdot \sigma'_s) \cdot (d - a/2) + A'_s \cdot \sigma'_s \cdot (d - d')$$
(1)

(2) セン断耐力

せん断耐力を以下の式(2)²⁾により算定する。

$$V_{yd} = V_{cd} + V_{sd}$$
(2)

ここで、 V_{cd} はせん断補強筋を用いない棒部材の設計せん断耐力で、式(3)²⁾による。

$$V_{cd} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot f_{vcd} \cdot b_w \cdot d / \gamma_b$$
(3)

また、 V_{sd} はせん断補強鋼材により受け持たれる設計せん断耐力であり、今回の研究ではせん断補強鋼材を使用していないため $V_{sd} = 0$ とする。

(3) 算定値との比較

実験により得られた結果と、土木学会耐力算定式により得られた曲げ耐力算定値、せん断耐力算定値の比較をそれぞれ表-3、表-4に示す。曲げ破壊を起こしたA-3については曲げ耐力、せん断破壊を起こした他の供試体についてはせん断耐力に関して比較を行った。

各供試体の比較値を見てみると、それぞれ1に近く算定値と実験値にあまり差が無いことがわかる。このことから、鰐鉄筋を用いた場合でも従来の耐力算定式により耐力を算定することができると考えられる。

5. 結論

本研究で得られた結果より、結論を以下に述べる。

- (1) 鰐鉄筋を配筋することにより、部材全体に応力とともにひび割れも分散した。
- (2) 鰐鉄筋を配筋することにより、入っていない供試体と比べ曲げひび割れがより成長し、破壊性状をせん断破壊から曲げ破壊に移行することができた。
- (3) 鰐鉄筋を配筋することにより、せん断耐力を向上することができた。本実験条件では、約60kNの耐力を示した。

表-2 供試体最大荷重

最大荷重(kN)			
膨張剤無し		膨張剤有り	
A-1	45.03	B-1	42.27
A-2	54.00	B-2	—
A-3	59.94	B-3	55.98

表-3 曲げ耐力比較

供試体	破壊性状	実験値 Mb(kN・cm)	算定値 Mu(kN・cm)	比較値 Vb/Vyd
A-1	せん断	1339.64	1161.72	1.15
A-2	せん断	1701.00	1983.97	0.86
A-3	曲げ	1888.11	1983.97	0.95
B-1	せん断	1077.89	1153.40	0.93
B-3	せん断	1511.46	1974.02	0.77

表-4 セン断耐力比較

供試体	破壊性状	実験値 Vb(kN)	算定値 Vyd(kN)	比較値 Vb/Vyd
A-1	せん断	22.52	21.02	1.07
A-2	せん断	27.00	25.49	1.06
A-3	曲げ	29.97	25.49	1.18
B-1	せん断	21.14	21.65	0.98
B-3	せん断	27.99	26.27	1.07

- (4) 鰐鉄筋による効果は得られたが、耐力そのものは従来の耐力算定式により求めることができる。

以上の結論より、鰐鉄筋を用いることでより安全な鉄筋コンクリート部材を作成することが確認できた。

参考文献

- 1) 東京鉄鋼株式会社：高張力ねじふし棒鋼ネジテツコン、<http://www.tokyotekko.co.jp/products/product01.html>。
- 2) 岡田清、伊藤和幸、不破昭、平澤征夫：[新訂]鉄筋コンクリート工学、鹿島出版会、2003。