

相対的に大きなかぶりを有する RC 部材のせん断性状に関する研究

○埼玉大学大学院 学生会員 大野陽平
埼玉大学大学院 正会員 牧 剛史

1. はじめに

沿岸からの距離が近い地域などの塩害環境の厳しい場所に建設される鉄筋コンクリート(RC)構造物は、かぶりを大きくすることによって、外部からの塩分浸透に対して鉄筋の防食性能が確保されるように設計されている。既往の研究において、かぶりが大きい RC 柱部材の靱性能は、一般的なかぶりを有する部材に比べて劣ることが示されている¹⁾。その原因の一つとして、現行のせん断耐力の設計式 $V = V_c + V_s$ において、せん断補強筋が受け持つせん断力 V_s 及びコンクリート部材が受け持つせん断耐力 V_c が設計通りに発揮されない可能性があげられる。そこで本研究では、断面の有効高さに対する相対的なかぶりの大きさがせん断補強筋の効果とコンクリートが受け持つせん断耐力 V_c に与える影響を明らかにすることを目的とする。

2. 試験方法と試験体ケース

断面幅 $b=300\text{mm}$ 、有効高さ $d=200\text{mm}$ 、 $a/d=3.0$ で鉄筋中心までのかぶり(芯かぶり= c)を 40mm, 70mm, 100mm の 3 段階、およびせん断補強筋量を 4 段階に変化させた RC 梁を計 12 体、さらに $b=400\text{mm}$ 、 $d=300\text{mm}$ 、 $a/d=4.0$ で芯かぶりを 50mm, 100mm, 150mm の 3 段階変化させたせん断補強筋を持たない RC 梁を計 3 体作製した。試験体ケースを表-1 に示す。ここで試験体 No. 1, 5, 9 は曲げ破壊、その他の試験体はせん断破壊が先行するように耐力を設定した。主鉄筋には高強度鉄筋を使用し、せん断補強筋量は径と間隔を変化させて調節した。これにより断面に対する相対的なかぶりの大きさがせん断補強筋の効果、及びコンクリート部材が受け持つせん断耐力へ与える影響を比較する。このそれぞれの供試体が破壊されるまで単純支持 2 点単調載荷を行う。

3. 試験結果

今回の実験によって得られた結果を表-1 にまとめた。破壊形式は、断面 C シリーズが他のシリーズに比べてコンクリートの圧縮破壊に起因する破壊が卓越する破壊となった。せん断破壊を生じたケースについて、せん断補強筋なしのケースのせん断耐力を差し引いてせん断補強筋が受け持つせん断耐力 V_s を算定した。これを V_s の計算値で除した比の変化を図-1 に示す。計算値は V_s の算定式(式-1)²⁾を用い、横軸は芯かぶりを有効高さで除したかぶり厚相対比 c/d でプロットした。かぶりが大きくなると V_s が著しく低下する傾向が見られるが、これはせん断補強筋が供試体断面中央に位置し、斜めひび割れとせん断補強筋が交差しにくくなることにより、せん断補強筋の効果が低下したためと考えられる。

次にせん断破壊を生じた試験体 No. 2, 3, 5~7, 10 のせん断補強筋の降伏状況を図-2 で比較する。縦軸の γ は、ひび割れと交差している降伏したせん断補強筋量をひび割れと交差しているせん断補強筋量で除した値を表し、かぶりの大きさ別に比較する。かぶりが大きくなると、斜めひび割れと交差しているが未降伏のせん断補強筋量が大きくなる傾向にあることが示唆される。式-1 はせん断補強筋が降伏していることを仮定した上での算定式であるので、この式はかぶりの大きさによって適用範囲が異なる可能性が考えられる。

ここでせん断補強筋なしの 6 ケース (No. 4, 8, 12~15) のせん断耐力の実験値を計算値で除した比の変化を図-3 に示す。計算値は V_c の算定式(式-2)²⁾を用いた。かぶりが大きくなるとコンクリート部材が受け持つせん断耐力 V_c は増大していることが確認できる。一般に、 $a/d=3.0$ の場合はこの式が用いられるが試験体 No. 12 はせん断圧縮破壊を生じていることから、式-2 の適用範囲はかぶりの大きさによって異なる

キーワード：鉄筋コンクリート梁、せん断耐力、せん断補強筋、かぶり厚

連絡先：〒338-0826 埼玉県さいたま市桜区大久保領家 165-2 カレッジハウス 8 棟 201 号室

T E L 080-5863-1828

表－1 試験体ケースと実験結果

No.	断面ケース	c/d	a/d	Pw(%)	コンクリート強度 f _c (MPa)	帯鉄筋 降伏強度(MPa)	主鉄筋 降伏強度(MPa)	せん断耐力 算定値(kN)	試験結果(kN)	破壊形式
1	A (300mm×240mm)	0.20	3.0	1.27	29.2	386.3 (D10)	1012 (D22)	275.7	202.5	曲げ圧縮
2					31.5	377 (D6)		172.2	178.5	斜め引張
3					29.2	377 (D6)		147.0	150.0	斜め引張
4					29.4	—		84.0	84.0	斜め引張
5	B (300mm×270mm)	0.35			29.4	386.3 (D10)		258.3	215.0	斜め引張
6					28.6	377 (D6)		157.5	180.5	斜め引張
7					29.8	377 (D6)		128.1	160.0	斜め引張
8					28.7	—		84.0	114.0	斜め引張
9	C (300mm×300mm)	0.50			27.1	386.3 (D10)		243.8	190.0	曲げ圧縮
10					32.5	377 (D6)		157.5	170.0	せん断圧縮
11					28.0	377 (D6)		128.1	188.5	曲げ圧縮
12					27.1	—		84.0	152.0	せん断圧縮
13	D (300mm×350mm)	0.17	4.0	2.23	29.1	—	1012 (D25)	214.9	158.9	斜め引張
14	E (300mm×400mm)	0.33			29.1	—		214.9	243.8	斜め引張
15	F (300mm×450mm)	0.50			32.9	—		223.8	289.8	斜め引張

可能性が示唆される。

$$V_s = A_w f_{wy} j d (\sin \alpha + \cos \alpha) / s \quad (\text{式 - 1})$$

$$V_c = 0.2 f'_c \frac{1}{3} P_w \frac{1}{3} d^{-\frac{1}{4}} (0.75 + \frac{1.4}{a/d}) b_w d \quad (\text{式 - 2})$$

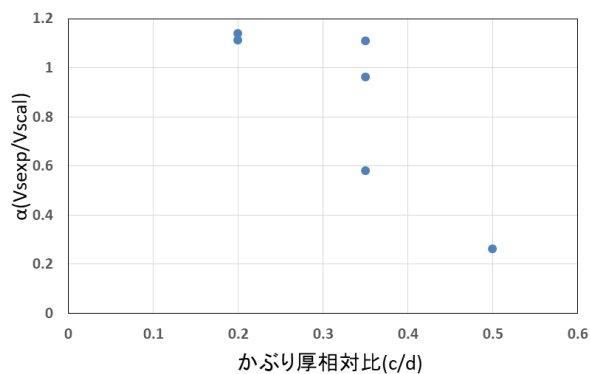
かぶり厚相対比に比例して V_c が増加する原因は、かぶり部分のコンクリートが斜めひび割れに寄与する荷重を受け持つことで破壊を遅らせているものと推測する。この耐荷機構の圧縮縁部分のせん断圧縮破壊の場合のタイドアーチ機構と類似したメカニズムであると考えられる。タイドアーチ機構は a/d を増加させるとその傾向が弱まること並びに V_c の増加量は a/d が小さい方が大きいことから、かぶりの耐荷機構と a/d の間にも同様の反比例関係があると推測できる。

4. まとめ

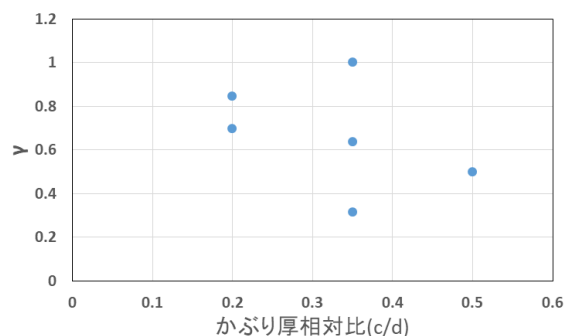
今回の実験では、断面に対して相対的にかぶりが大きくなるとせん断補強筋が供試体断面中央に位置し斜めひび割れとせん断補強筋が交差しにくくなるため、せん断補強筋の効果が低下することが明らかとなった。しかしそれに対して、かぶりが大きくなると、かぶりの圧縮縁部分のコンクリートが斜めひび割れに寄与する荷重を受け持つことでコンクリート部材が受け持つせん断耐力が増大する傾向が確認された。

5. 参考文献

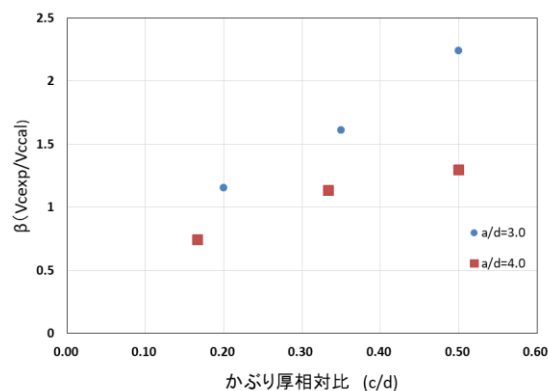
- (1) 田頭颯樹, 中村 慎, 牧 剛史: かぶりが多い RC 柱の正負交番載荷試験, 土木学会第 71 回年次学術講演会講演概要集, 2016.9
- (2) 2012 年制定コンクリート標準示方書, 土木学会



図－1 かぶりの大きさによる V_s の変化



図－2 かぶりの大きさとせん断補強筋の降伏状況



図－3 かぶりの大きさによる V_c の変化