相対的に大きなかぶりを有するRC棒部材のせん断耐力に関する解析的検討

(株)コムスエンジニアリング　正会員　○米津　薫
(株)コムスエンジニアリング　正会員　　土屋　智史
埼玉大学大学院　正会員　　牧　剛史

1. はじめに

コンクリート標準示方書[設計編][1)]では,「かぶりはコンクリート構造物に要求される耐震性を考慮して適切に定めなければならない」と記述されている．これは，環境条件によっては，鉄筋の腐食を防止するためにかぶりが大きくなる傾向にあり，断面高さが小さい構造部材では相対的にかぶりの寸法が大きくなり，鉄筋が断面の中心側に寄ってしまい不合理な配筋となるとともに，耐力などの各種算定式の適用範囲を外れてしまう可能性があるためだと推察される．2012 年の示方書 [1)]の改訂では，塩害に対する鋼材腐食の照査法の必要かぶり厚が小さくなる方向への見直しが行われたが，環境条件等によって相対的にかぶりが大きくなる問題は，完全には解消されていないと思われる．そこで，本研究では，相対的にかぶりが大きくなる高欄やパラペット等の RC 部材を想定して，かぶりがせん断耐力に及ぼす影響について，解析的に検討することとする．

2. 解析手法と検討ケース

岡村・前川による載荷経路依存型の材料非線形モデルに基づく 2 次元有限要素法解析手法 [2),3)]を適用する．

対象断面を**図-1**[4)]に，検討ケースを**表-1** に示す．断面 A は一般的な断面，断面 B は相対的にかぶりが大きい断面を想定したものである．有効高さは同一としているが，曲げ耐力が概ね一致するように鉄筋量を変化させている．コンクリート圧縮強度は 24 MPa，鉄筋の降伏強度は 490 MPa(軸方向鉄筋)および 295 MPa(せん断補強鉄筋)とし，断面形状，軸力，載荷方法(単調 or 交番繰返し)，せん断補強筋の有無をパラメータとする．a/d は 3.0 で一定とした．交番繰返し載荷では，単調載荷時のせん断耐力時変位の 1/10 を基準として，1 サイクルずつ漸増載荷を行っている．解析モデル図を**図-2** に示す．

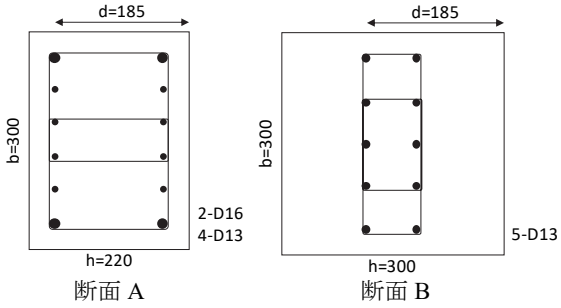


図-1 対象断面の概要 [4)]

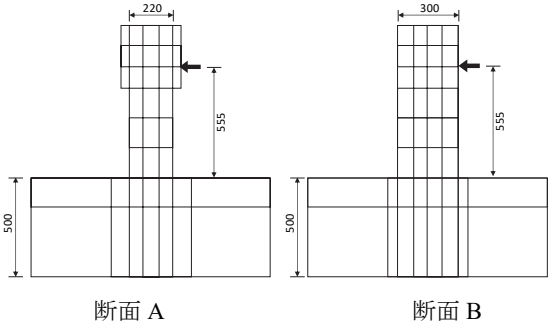


図-2 解析モデル図

3. 解析結果

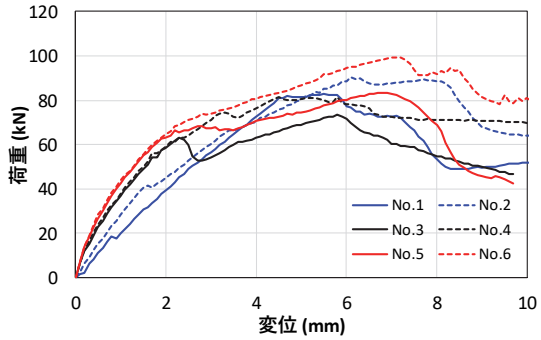
解析結果から得られた荷重-変位関係の一例を**図-3** に示す．また，解析結果概要を**表-1** にまとめた．せん断耐力算定値は，示方書 [1)]のせん断力評価式を基本とし，軸力の影響と a/d の影響を β_n および β_a として考慮している．解析結果より，せん断耐力に関して以下の傾向が伺える．

- 断面 A の単調載荷では，せん断耐力解析値は概ね耐力算定値に整合している．断面 B では，せん断補強筋がないケースでは整合するものの，せん断補強筋を配置しても解析では耐力が向上しない．ここに，相対的にかぶりが大きいことの影響が見て取れる．
- 交番載荷を行った場合には，断面形状によらず，単調載荷時に比べて耐力が低下する傾向が認められる．
- 断面 B では，損傷がかぶり部分に集中する傾向が，別途，変形図等により認められた．
- 同断面における実験結果 [4)]でも，かぶり部に大きな斜めひび割れが生じており，過大かぶり部の損傷状況は実験と同様の傾向を示した．また，かぶりが大きくなると靭性率が低下する傾向も，解析と実験で一致した．

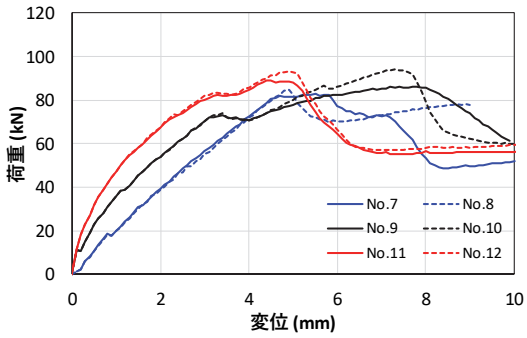
キーワード　RC 棒部材，せん断耐力，かぶり，2 次元非線形有限要素解析
連絡先 113-0023 東京都文京区向丘 1-1-17 ﾀｶｻｷﾋﾞﾙ 6F 株式会社コムスエンジニアリング TEL 03-3868-0580

表-1　検討ケースと解析結果

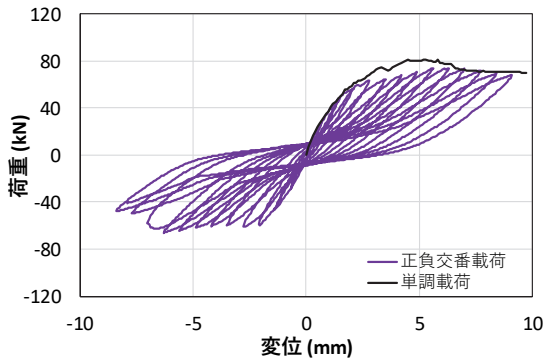
No.	断面	軸力 (MPa)	a/d	p_w (%)	単調載荷		交番繰返し載荷		耐力算定値 (kN)
					せん断耐力 解析値 (kN)	耐力時変位 (cm)	せん断耐力 解析値 (kN)	耐力時変位 (cm)	
1	A	1.0 (引張)	3.0	0.00	70.2	0.47	60.3	0.39	60.4
2				0.05	90.2	0.37	61.4	0.37	67.0
3		0.0		0.00	73.2	0.69	59.5	0.19	68.8
4				0.05	81.4	0.58	74.0	0.53	77.4
5		-1.0 (圧縮)		0.00	83.3	0.67	66.4	0.18	76.7
6				0.05	99.5	0.72	84.9	0.81	85.3
7	B	1.0 (引張)		0.00	83.0	0.55	76.6	0.66	61.2
8				0.05	84.9	0.53	82.3	0.53	69.9
9		0.0		0.00	86.2	0.74	82.3	0.56	73.9
10				0.05	88.8	0.45	72.1	0.39	82.5
11		-1.0 (圧縮)		0.00	94.0	0.73	81.5	0.27	86.9
12				0.05	93.3	0.49	86.4	0.44	95.5



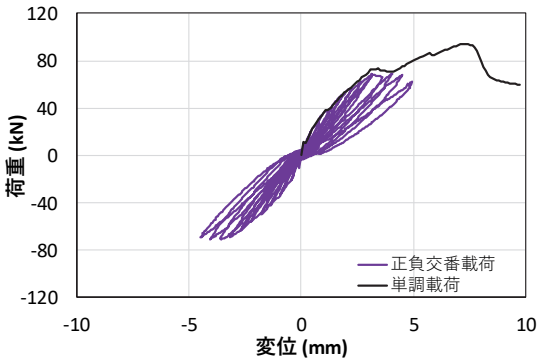
(1) 断面 A の単調載荷



(2) 断面 B の単調載荷



(3) No. 4 の載荷パターン比較



(4) No. 10 の載荷パターン比較

図-3　荷重-変位関係の例

4.　まとめ

ここに示した解析結果は，かぶりが相対的に大きくなった場合には，その影響が無視できなくなってくる可能性を示唆していると考えられる [5]．今後は a/d や境界条件が異なるケースに加え，耐荷力や耐震性だけではなく，例えば床版の疲労や使用性等を含め，様々な事例について検討を行っていきたい．

参考文献

1) 土木学会：2012 年制定 コンクリート標準示方書［設計編］，2013.3
2) 岡村甫，前川宏一：鉄筋コンクリートの非線形解析と構成則，技報堂出版，1991.5.
3) Maekawa, K., Pimanmas, A. and Okamura, H.: Nonlinear mechanics of reinforced concrete, Spon Press, London, 2003.
4) 田頭颯樹，中村慎，牧剛史：かぶりが大きい RC 柱の正負交番載荷試験，第 71 回土木学会学術年次講演会，2016.
5) 土木学会：II.　設計編・維持管理編の課題と展望　4.2　過大なかぶりに対する検討，コンクリート技術シリーズ 107　示方書連絡調整小委員会報告書　ー次世代の「コンクリート標準示方書」に向けてー，2015.8