第 V 部門 かぶりコンクリートの剥離に与える隣接鉄筋腐食の影響に関する研究

京都大学 学生会員〇元濱 浩人 学生会員 高谷 哲 京都大学 正会員 山本 貴士 フェロー会員 宮川 豊章

1. 研究目的

本研究では、かぶりや鉄筋径、鉄筋間隔が剥離ひび割れの発生パターンに与える影響を体系的に検討することを目的として、高谷・荒木ら 1),2)が提案している手法を用いて隣接鉄筋腐食模擬実験を行った.

2. 実験概要

2.1. 供試体概要

供試体は、600×400×150mm の角柱供試体とし、内部に弾性体を挿入する円柱空洞を2本設置した. 図1に供試体概要を示す. 実験要因は、かぶり(C:10,20,30mm)、鉄筋径(弾性体径) (D:D13,D19,D29)および鉄筋間隔(Lp:90,120,150mm)とし、弾性体長さは100mm とした. 各要因の組合わせにつき3体ずつ、計81体の供試体に対して実験を行った.

載荷装置は**図2**に示す方法で行い、測定項目は鉛直荷重と鉛直変位とした.

3. 実験結果

3.1. 破壊形態

実験を行った供試体の多くで、概ね最大荷重時に円柱空洞直上かぶり面で軸方向ひび割れが発生した。軸方向ひび割れ発生後のひび割れ過程は以下の4つの破壊形態(**写真1**)に分類された。

- (a) 独立剥離:左右の弾性体の膨張による独立した剥離ひび割れが発生し、そのまま進展して左右別々に剥落する.
- (b) 中間剥離: 左右の弾性体からそれぞれ供試体の左右端に向かう剥

離ひび割れは生じるが、中央部には剥離ひび割れがかぶり表面には現れず、ある角度を持った剥離ひび割れが内部で結合し、大きな剥離片となって剥落する.

- (c) 連結剥離: 左右の弾性体からそれぞれ供試体の左右端に向かう剥離ひび割れは生じるが、供試体中央部には剥離ひび割れは入らず、内部で左右の弾性体をつなぐ水平ひび割れが生じ、大きな剥離片となる.
- (d) 複合破壊: 軸方向ひび割れ発生後, 2本の弾性体の直上部中央に変形に伴う曲げひび割れが数本進展する. その後,このひび割れが進展するが,剥離ひび割れは発生しない.

破壊形態は、C/D が大きく鉄筋間隔が小さいほど中

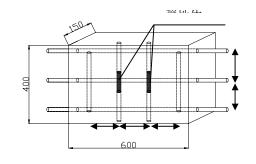


図1供試体概要

図2 載荷装置



(a) 独立剥離

(b) 中間剥離



(c) 連結剥離

(d) 複合破壊

写真 1 破壊形態

間剥離,連結剥離へと移行し,大きな剥離を生じる傾向が見られた.

3.2. 最大内圧

各要因の最大内圧の結果を表1に示す.表を見ると、最大内圧はかぶりが大きくなると大きくなり、鉄筋径が大きくなると小さくなる傾向にある.また、鉄筋間隔が小さくなると小さくなっている.鉄筋間隔が小さくなると隣接鉄筋の影響が大きくなることから、破壊形態別に比較した.その結果を図3に示す.図を見ると、最大内圧はC/Dが大きくなると概ね線形に大きくなることが分かった.また、独立剥離と中間剥離の違いは見られないが、連結剥離では独立・中間剥離と比べて最大内圧が小さいことが確認された.このことから、隣接鉄筋腐食の影響が大きい場合には最大内圧が小さくなると考えられる.

3.3. 軸方向ひび割れ発生時の半径変化量

各要因の軸方向ひび割れ発生時の半径変化量を表 2 に示す.表を見ると、かぶり、鉄筋径、鉄筋間隔の影響は、最大内圧と同様の傾向であった.そこで、軸方向ひび割れ発生時の半径変化量を破壊形態ごとに整理した.その結果を図 4 に示す.図を見ると、独立剥離と中間剥離には明確な違いは見られず、連結剥離と複合破壊の軸方向ひび割れ時の半径変化量は独立剥離と中間剥離よりも小さくなっていることが分かった.このことから、隣接鉄筋の影響が現れると軸方向ひび割れ発生時の半径変化量は小さくなると考えられる.鉄筋径 19mm、鉄筋間隔 150mm の場合には隣接鉄筋の影響は少ないとの報告 3 もあり、本実験で得られた中間剥離は独立剥離と概ね同じ値となったことから、中間剥離には隣接鉄筋の影響は少なく、独立剥離と中間剥離の破壊のメカニズムは単一鉄筋腐食の場合と同じであると考えられる.

4. 結論

- 1) 本実験において、ひび割れパターンは独立剥離・中間剥離・連結剥離・複合破壊の4つのひび割れパターンに分類されたが、独立剥離と中間剥離では隣接鉄筋の影響は小さく、連結剥離において隣接鉄筋腐食の影響が現れることが分かった。
- 2) 最大内圧, および軸方向ひび割れ発生時の半径変化量は C/D と相関関係があり, 隣接鉄筋の影響がある場合には, 隣接鉄筋の影響がない場合よりも小さくなることが分かった. また, 独立剥離, 中間剥離では隣接鉄筋の影響は小さく, 破壊メカニズムは単一鉄筋腐食と同じであると考えられる.

表 1 最大内圧 (N/mm²)

		Pmax		
		C10	C20	C30
Lp90	D13	9.6	17.1	19.9
	D19	5.8	10.5	14.7
	D29	3.8	7.0	9.7
Lp120	D13	9.4	15.6	22.9
	D19	6.1	12.9	17.8
	D29	4.4	8.0	11.6
Lp150	D13	8.4	16.4	21.8
	D19	6.8	15.3	27.9
	D29	4.4	7.3	11.7

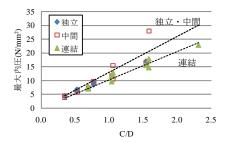


図3 最大内圧に与える 破壊形態の影響

表 2 半径変化量(mm)

		dr(pmax)		
		C10	C20	C30
Lp90	D13	0.28	0.43	0.60
	D19	0.16	0.30	0.30
	D29	0.16	0.21	0.31
Lp120	D13	0.31	0.51	0.67
	D19	0.21	0.34	0.37
	D29	0.21	0.33	0.39
Lp150	D13	0.28	0.45	0.74
	D19	0.25	0.36	0.56
	D29	0.21	0.30	0.33

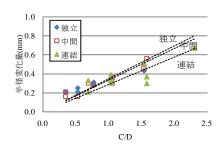


図4 半径変化量に与える 破壊形態の影響

5. 参考文献

1) 高谷哲, 荒木弘祐, 服部篤史, 宮川豊章: 弾性体を用いた鉄筋腐食膨張圧モデル化の実験的検証, 土木学会年次講演会, 5-275, pp.551-552, 2004 2) 荒木弘祐, 服部篤史, 宮川豊章: 鉄筋の腐食膨張によるかぶりコンクリート剥落現象とその予測, 土木学会論文集, No.802/V-69, 2005.11 3) 高谷哲, 山本貴士, 服部篤史, 宮川豊章: 鉄筋腐食膨張圧により生じる剥離ひび割れの進展特性, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, Vol.8, pp.277-284, 2008.10