

1. 研究目的

鉄筋腐食により生じるひび割れは，耐荷力の低下や美観・景観の点で問題となるだけでなく，ひび割れが進展すると，かぶりコンクリートが剥落し第三者被害が生じる危険性もある．剥落時期を予測するためにはひび割れ幅と内部鉄筋の腐食量の関係を明らかにすることが有効な手段である．

そこで本研究では，かぶり，鉄筋径，およびコンクリート強度を実験要因として，鉄筋腐食模擬実験（以下弾性体実験とする）を行い，これらの要因が腐食ひび割れ発生腐食量に与える影響について検討を行った．

2. 実験概要

供試体は図 1 に示すような 150×400×400mm の角柱供試体とし，内部鉄筋は異形棒鋼を 150mm ピッチで直交配筋した．

実験要因として，かぶり 3 種類（10mm，20mm，30mm），鉄筋径 3 種類(D13，D19，D29)，水セメント比(W/C) 3 種類(40%，50%，60%)を設定し，弾性体は長さ 100mm で，内部鉄筋と同径のものを用いた．

実験は，鉄筋腐食膨張圧シミュレーション装置を用いて鉛直変位 0.01mm/s で載荷を行い，0.2mm 変化するごとに荷重，かぶり面の中央ひずみ，変位を計測した．

3.1 はじめに

実験の結果，最初に肉眼で確認できたのは概ね最大内圧時であったことから，最大内圧時に軸方向ひび割れが発生したと考えられる．よって，以下では最大内圧，最大内圧発生時のパラメータについて検討する．

3.2 最大内圧

実験から得られた最大内圧の値を表 1 に示す．これを見ると，かぶり 10mm の場合は W/C が大きくなると最大内圧はわずかに小さくなっているが，かぶり 20mm，30mm では W/C の影響は顕著でない．W/C が変わるとコンクリート強度が変わることから，最大内圧に対するコンクリート強度の影響は小さいと考えられる．

また，かぶりが大きくなると，最大内圧の実験値は大きくなる傾向にある．これは鉄筋径に関わらず言え，かぶりが大きい程，軸方向ひび割れ発生には大きな力が必要であることが分かる．

3.3 最大内圧時における半径変化量

既往の研究¹⁾による算出式を用いて最大内圧時の半径変化量を算出した．その結果を表 2 に示す．表 2 を見るとかぶり，鉄筋径にかかわらず，W/C の影響は顕著には見られない．これより，最大内圧と同様に，最大内圧時の半径変化量に対するコンクリート強度の影響は小さいと考えられる．また，かぶりが大きくなる

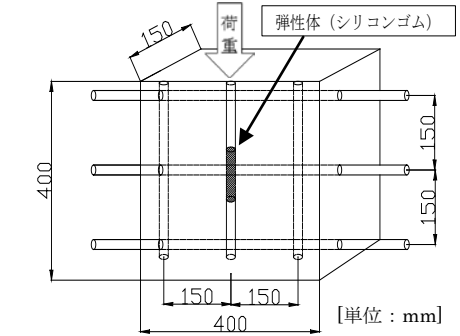


図 1 供試体概要

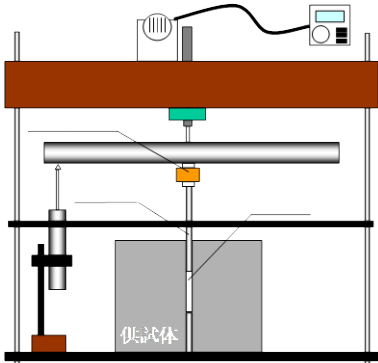


図 2 実験装置

表 1 最大内圧の実験値

最大内圧(N/mm ²)				
	W/C(%)	かぶり(mm)		
		10	20	30
D13	40	15.8	23.6	37.0
	50	14.8	27.6	35.2
	60	10.9	21.5	35.8
D19	40	6.98	14.4	20.2
	50	6.61	15.4	18.4
	60	5.91	11.9	18.6
D29	40	4.68	10.2	15.5
	50	4.53	9.18	16.9
	60	3.78	8.22	13.2

につれ最大内圧時の半径変化量は大きくなっていることが分かる。これも最大内圧と同様の傾向であり、かぶりが大きくなるとひび割れ発生に必要な内圧が増大するために、それに伴い弾性体の半径変化量も大きくなったものと考えられる。

3.4 軸方向ひび割れ発生時の腐食量

軸方向ひび割れは概ね最大内圧時に発生することから、最大内圧時の換算腐食減量を求めることでひび割れ発生腐食量を求めることができる。そこで、既往の研究¹⁾の算出式を用いて最大内圧時の半径変化量を腐食減量に換算することにより、ひび割れ発生腐食量を算出した。軸方向ひび割れ発生時の腐食量に関してはこれまで多くの研究者が実験や解析を行い、検討している。ここでは、本研究により得られた換算腐食減量と既往の研究結果を比較、検討することとする。本研究により得られた換算腐食減量を表3に示す。表3を見ると、ひび割れ発生時の換算腐食減量は、最大内圧や最大内圧時の半径変化量と同様に、かぶりが大きくなると大きくなっており、コンクリート強度による影響が小さいことが分かる。

本研究で得られた換算腐食減量値と既往の研究により報告されている軸方向ひび割れ発生時の腐食量を整理した結果を表4に示す。本研究の実験要因と既往の研究の実験要因の近いものを比較対象とし、表3のW/C3種類の平均値と既往の研究の閾値を比較した。武若ら、Andresら、田森ら、Andradeらの結果と比べると、弾性体実験の結果は大きな値を示していることが表4から分かる。しかし、松島らの電食実験結果や、佐々木らの研究結果に関しては弾性体実験との整合性が見られる。また、Parrottらの結果についても、既往の研究を集約したものなので実験諸元が不明ではあるが、本研究との整合性はあると言える。以上のように、軸方向ひび割れ発生時の腐食量は各研究者によって異なり、整合性を示すのは必ずしも容易ではない。しかし、弾性体実験の換算腐食減量は電食実験で報告されている値と比較すると数倍から数十倍程度大きく、本研究の換算腐食減量を実構造物の維持管理に適用するのは難しいと言える。

4. 結論

- (1)最大内圧はかぶりが大きくなると大きくなるが、最大内圧へのコンクリート強度の影響は見られなかった。
- (2)最大内圧時の半径変化量および換算腐食減量は、かぶり、コンクリート強度による影響に関して、最大内圧と同じような傾向を示した。
- (3) 軸方向ひび割れ発生時の腐食量は各研究者によって異なり、弾性体実験の整合性は一概に評価できなかった。
- (4)弾性体実験の換算腐食減量は電食実験で報告されている値と比較すると数倍から数十倍程度大きく、本研究の換算腐食減量を実構造物の維持管理に適用するのは難しいということが分かった。

参考文献 1) 高谷哲：コンクリート破壊エネルギー G_F 算出方法に関する研究，コンクリート工学年次論文報告集，vol.27

表 2 最大内圧時の半径変化量

半径変化量(mm)					
			かぶり(mm)		
			10	20	30
D13	W/C(%)	40	0.20	0.41	0.71
		50	0.22	0.51	0.77
		60	0.17	0.45	0.66
D19		40	0.16	0.21	0.40
		50	0.16	0.25	0.34
		60	0.19	0.22	0.38
D29		40	0.19	0.20	0.21
		50	0.17	0.19	0.23
		60	0.18	0.19	0.21

表 3 最大内圧時の換算腐食減量

		換算腐食減量(mg/cm ²)			
		かぶり(mm)			
			10	20	30
D13	W/C(%)	40	105	220	402
		50	118	279	428
		60	88	245	360
	平均		104	248	397
D19	W/C(%)	40	84	113	212
		50	83	134	178
		60	102	115	203
	平均		90	120	198
D29	W/C(%)	40	99	105	109
		50	90	98	120
		60	95	103	113
	平均		95	102	114

表 4 既往の研究と本研究の比較

既往の研究		本研究	
研究者等	軸方向ひび割れ発生腐食量(mg/cm ²)	比較の対象とする要因	軸方向ひび割れ発生腐食量(mg/cm ²)
維持管理編	10以上	全て	83～428
佐々木	170 (75.2)	かぶり20mm D13	220～279
松島ら	50～80	かぶり20mm, 30mm D29	98～113
	25～75	かぶり30mm D19	178～212
武若ら	20	かぶり30mm D13	360～428
濱田ら	80	かぶり30mm D19	178～212
Andresら	12	かぶり20mm D19	113～134
田森ら	2.22	かぶり30mm D19	178～212
Andradeら	16	かぶり20mm, 30mm D19	113～212
Parrottら	78	D19	83～212