

膨張コンクリートと鉄筋の付着特性に関する研究

芝浦工業大学大学院 学生会員 吉田 聖 東京大学大学院 学生会員 田中 泰司
 東京大学 正会員 岸 利治 芝浦工業大学 正会員 勝木 太

1. 背景と目的

膨張材を添加した膨張コンクリートは硬化過程において膨張することを特徴とするコンクリートであり、構造性能やひび割れ抵抗性が高まることが知られているが、その構造性能を設計段階において評価する手法は未だ確立されておらず、特殊コンクリートとの位置付けに留まっている。特に、膨張コンクリートと鉄筋の付着性状に関しては、コンクリートの膨張によって鉄筋との付着が緩むのではないかという感覚的な懸念もあり、膨張材を用いた鉄筋コンクリート構造の性能を適切に評価するためには、未だ明確にされていない膨張コンクリートと鉄筋の付着性状を明らかにすることが不可欠である。

そこで、膨張コンクリートの付着性状を明らかにするため、普通コンクリートおよび膨張コンクリートの鉄筋との付着応力 - すべり関係を求め、膨張材を用いた鉄筋コンクリート構造の付着性能を定量的に評価することを目的とし、比較的大きな試験体を用いて鉄筋の引き抜き試験を行った。

2. 実験概要

表1 試験体の諸元

試験体番号	w/c(%)	膨張材置換量(kg/m ³)	鉄筋径	拘束筋	備考
No1	25	0	D19	なし	普通コンクリート
No2		90	D19	φ13スパイラル鉄筋	
No3	25	0	D25	なし	普通コンクリート
No4		90	D25	φ13スパイラル鉄筋	
No5	25	0	D32	なし	普通コンクリート
No6		60	D32	φ13スパイラル鉄筋	
No7		90	D32	φ13スパイラル鉄筋	
No8	50	0	D32	なし	普通コンクリート
No9		45	D32	なし	
No10		45	D32	φ4スパイラル鉄筋	
No11		45	D32	φ13スパイラル鉄筋	
No12		45	D32	φ13スパイラル鉄筋	

2.1 試験体

中央に鉄筋を配置した円筒形の試験体を作製し、鉄筋の引き抜き試験を行った。鉄筋はD19・D25・D32の3種類のねじふし鉄筋を使用した。定着長が40D(Dは鉄筋の直径)となるように試験体の高さをそれぞれ80cm, 100cm, 120cmに設定した。引き抜き試験を行う際に試験体に縦ひび割れが発生しないよう、試験体の直径は50cmと十分大きくした。また、付着応力とすべり量の関係に荷重端の影響が及ばないよ

表2 コンクリートの配合

W/C(%)	s/a(%)	単位量 (Kg/m ³)						
		W	C	S	G	E	303A	No.70
25	48	162	709	708	736	0	12.056	0
		160	649	710	736	60	12.056	0
		160	619	710	736	90	12.056	0
50	40	161	335	771	1046	0	2	1.25
		167	290	712	1085	45	0	3.57

うに、荷重端面から5Dの長さの非付着区間を設けた。比較項目として、鉄筋径、拘束筋の量、膨張材の添加量の3つの項目を設定し、合計で12体の試験体を作製した。表1に各試験体の諸元を、表2にコンクリートの配合を示す。水結合材比を25%と50%の2種類設定した。スパイラル鉄筋は膨張コンクリートにのみ配置した。これは横方向の膨張を拘束し、またその配筋量が付着性状に及ぼす影響を確認するためである。

2.2 試験方法

この実験では試験体が非常に大きいため、写真1に示すよう



写真1 載荷装置



写真2 載荷状況

キーワード：膨張コンクリート，付着，引き抜き試験

連絡先：〒180-8548 港区芝浦 3-9-14 芝浦工業大学工学部土木工学科 Tel 03-5476-3050 FAX 03-5476-3166

な載荷装置を特別に製作して引き抜き試験を行った。この載荷装置の上には球座を配置し、載荷時における鉄筋の偏心引張りを防止した。そして、球座の上にセンターホールジャッキ及びセンターホールロードセルを順次配置し、反力プレートを取り付けてボルト締めした後に引き抜き載荷を行った。

3. 結果及び考察

水結合材比 25%において、D19, D25, D32 の鉄筋を使用した場合の荷重 - すべり関係をそれぞれ図 1, 図 2, 図 3 に示す。すべり量は鉄筋のひずみ分布を 2 次曲線で近似し、これを積分することで算出した。これらより、低水結合材比では、普通コンクリートと膨張コンクリートの荷重 - すべり量関係はほぼ完全に一致していることが分かる。ただし、D32 の場合には高い荷重レベルにおいて膨張コンクリートのすべり量が若干小さくなる傾向が見られた（図 3）。次に、水結合材比 50%において D32 鉄筋を使用した場合の荷重 - すべり関係を図 4 に示す。ここでは、スパイラル筋による膨張コンクリートへの横方向拘束の影響を比較したが、拘束筋の有無や拘束の程度にかかわらず、すべり挙動はほぼ完全に一致した。拘束筋を設けなかった No.9 の供試体では、型枠による拘束が懸念されたために、打設後一日以内に脱型したにもかかわらず、横方向拘束筋を配置したものと全く同じ挙動となった。このことは、付着挙動に影響を及ぼす鉄筋近傍の膨張コンクリートの品質が、横方向拘束の有無に関わらず良好な状態に保たれていることを意味している。一方向にしか鉄筋を配置していない状況であっても、軸方向にケミカルプレストレスが導入され、この影響によって鉄筋近傍では横方向の変形もある程度拘束されているものと思われる。No.8 の普通コンクリートでは材料分離が生じたことにより、すべり量が著しく大きくなった。そこで、島らによって提案された付着モデル¹⁾を用いて計算した結果も図中に示した。膨張コンクリートの付着挙動は島モデルによる普通コンクリートのものよりも若干良好な傾向になっている。今後さらに検証が必要であるが、高水結合材比領域では膨張コンクリートの付着性状が若干良好になる可能性を示唆するものと考えている。

4. まとめ

膨張コンクリートの付着性状は、普通コンクリートと同等であり、状況によっては良好となる。また、膨張コンクリートが健全な付着性能を発揮するために必要な鉄筋近傍の拘束条件は、異形鉄筋の節による軸方向の拘束のみでほぼ確保されていると考えられる。

参考文献

1) 島弘 他：マッシュなコンクリートに埋め込まれた異形鉄筋の付着

応力-すべり-ひずみ関係，土木学会論文集 No.378, 1987.2

謝辞 本研究の実施にあたり、多大なご協力を頂きました東京大学生産技術研究所第五部魚本研究室の方々に深く感謝いたします。

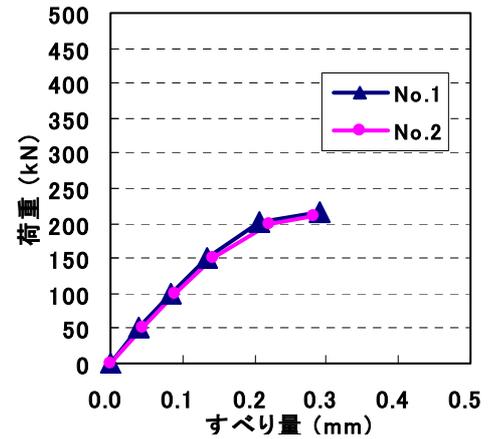


図1 荷重 - すべり関係 (D19)

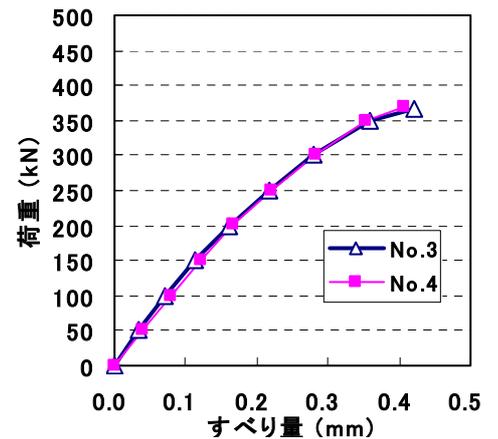


図2 荷重 - すべり関係 (D25)

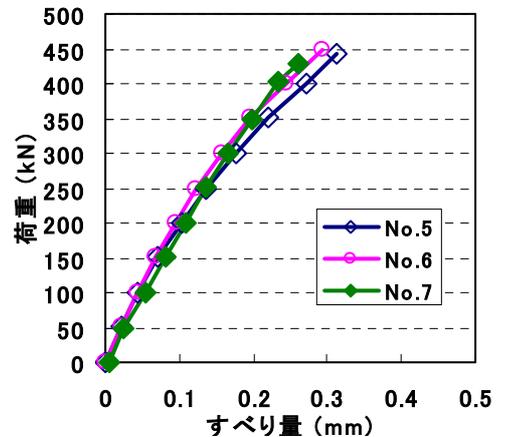


図3 荷重 - すべり関係 (D32)

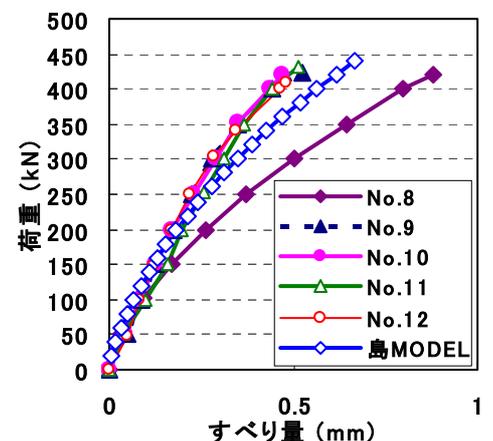


図4 荷重 - すべり関係 (D32)