高強度鋼繊維補強コンクリートと鉄筋との付着性状

清水建設技術研究所　正会員○栗田守朗　正会員　田中博一
正会員　吉武謙二　　瀧　諭

１．はじめに

鋼繊維補強コンクリートはコンクリートの持つもろさを改善したすぐれた特性を有しており，構造部材への利用が検討されている[1)]．その適用先の一つとして，高強度鋼繊維補強コンクリートを部材の接合部に利用する検討がなされている[2)]．しかし，高強度領域のコンクリートにおいて鋼繊維の有無が異形鉄筋との付着性状に及ぼす影響に関する検討はほとんどなされていないのが現状である．本文は，80～100N/mm^{2}程度の圧縮強度を有する鋼繊維補強コンクリートと鉄筋との付着性状に関して鉄筋径および鋼繊維混入率を要因として鉄筋直径の影響を除した相似形の試験体を用いて，引抜き試験を実施し，それらの影響を相対的に評価した結果について報告するものである．

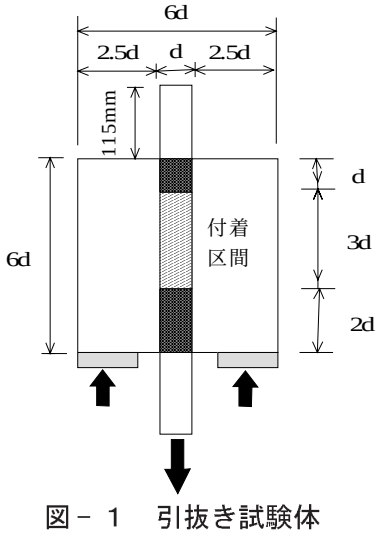
２．実験概要

高強度鋼繊維補強コンクリートと鉄筋との付着性状を把握する目的で無補強のコンクリート試験体からの鉄筋の引抜き試験を行った．引抜き試験は，コンクリートの圧縮強度，鉄筋径，鋼繊維混入率を要因とした．試験の組合せを表-1 に示す．

表－１　試験の組合せ

ｺﾝｸﾘｰﾄの目標圧縮強度	鉄筋径	鋼繊維混入率 (vol%)
80N/mm^2	D19	0.75，1
	D25	0.75，1
	D32	0，0.75，1
	D41	0，0.75，1
100N/mm^2	D19	1
	D25	1
	D32	0，1
	D41	1

引抜き試験用試験体は，鉄筋直径の影響を除くために相似形の円柱とし，その直径は鉄筋直径の６倍（6d），高さは6d とした．鉄筋の付着長は3d とした．引抜き試験体の概要を図-1 に示す．引抜き試験に供した鉄筋は，SD490 の鉄筋を焼き入れし，高強度としたものを用いた．引抜き試験は2MN のアムスラ型試験機にて行い，荷重と自由端すべり量を測定した．試験に供した２種類の高強度鋼繊維補強コンクリートの配合を表-2に示す．目標とした圧縮強度は材齢４週で約80N/mm^{2}および100N/mm^{2}である．両配合とも，施工性を考慮し，高流動コンクリートとした．目標とするスランプフローは高性能AE減水剤の添加量を調整することにより得た．セメントはシリカフュームセメント（C1：密度3.08g/cm^3）および早強ポルトランドセメント（C2：密度3.14g/cm^3），細骨材は烏形山産砕砂（密度2.65g/cm^3）と君津産山砂（密度2.60g/cm^3）を４：6の割合で混合したもの，粗骨材は青梅産の硬質砂岩砕石（密度2.67g/cm^3），鋼繊維は直径0.6mm×長さ30mmの両端フック付結束型，混和剤はポリカルボン酸系の高性能AE減水剤を用いた．



図－１　引抜き試験体

３．実験結果および考察

試験に供したコンクリートの試験結果を表-２に示す．目標とするフレッ

表－２　配合および試験結果

種類	目標ｽﾗﾝﾌﾟﾌﾛｰ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	目標空気量(%)	Vf (vol%)	単位量 (kg/m^3) W	C1	C2	鋼繊維	ｽﾗﾝﾌﾟﾌﾛｰ (cm)	空気量 (%)	圧縮強度（4週） (N/mm^2)
80N-0%	65±5	30	70	2±1	0	165	550	-	0	65.0	3.0	80.5
80N-0.75%			69.8		0.75				58.9	66.5	2.4	76.1
80N-1%			69.6		1				78.5	60.5	3.0	86.2
100N-0%		25	69		0	160	384	256	0	67.5	2.1	105
100N-1%			68.5		1				78.5	64.5	2.5	99.3

Vf：鋼繊維混入率，C1：シリカフュームセメント，C2：早強ポルトランドセメント

キーワード：鋼繊維補強コンクリート，高強度，付着応力度
〒135-8530　東京都江東区越中島 3-4-17　TEL:03-3820-5514　FAX:03-3820-5959

シュ性状および圧縮強度を満足した.

鋼繊維無混入（鋼繊維混入率が0%）の試験体は，コンクリートが鉄筋軸方向に３分割される割裂破壊を呈した．一方，鋼繊維を混入した試験体では，荷重の増加にともない鉄筋軸方向にひび割れは生じたものの，破壊することなく，ふし間のコンクリートが削り取られ，鉄筋が抜け出す性状を示した.

図－２および図－３に鉄筋自由端のすべり量と付着応力度との関係を示す．鋼繊維の有無により，両者の関係は大きく異なる．鋼繊維無混入の場合は，すべり量が0.03～0.09mm程度で割裂破壊を生じ，最大付着応力度に達した．鋼繊維を混入した場合は，すべり量の増加にともない付着応力度が増加し，最大付着応力度到達後も試験体が破壊することなく，すべり量の増加にともない徐々に付着応力度が減少する性状を示した．これは，鋼繊維を混入することによる鉄筋の拘束効果が高まったことによるものと考えられ，既往の結果[3]と同様な傾向を示している.

図－４に鋼繊維混入率と最大付着応力度との関係を示す．最大付着応力度は鋼繊維混入率の増加にともない増加する傾向を示し，鋼繊維混入率1%における最大付着応力度は鋼繊維無混入の場合のそれの1.6～1.8倍程度であった．また，コンクリートの圧縮強度が増加すると，付着応力度も増加する結果を示した.

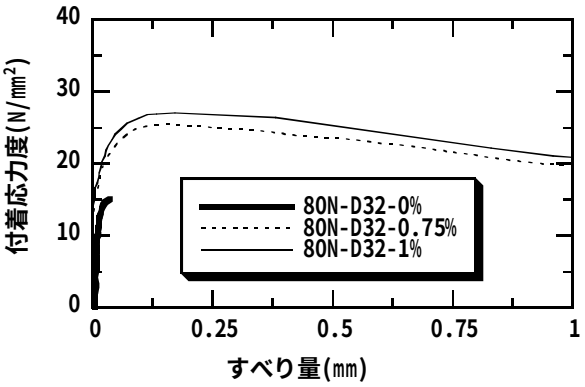
図－５に鉄筋径と最大付着応力度との関係を示す．鉄筋径が大きくなるにしたがい最大付着応力度が若干減少する傾向が認められるものの，顕著な差異ではない．鉄筋径が増大すると付着割裂強度は減少するという寸法効果[4]は明確には認められなかった．鋼繊維を混入することにより破壊モードが異なることによるものと考えられる.

４．まとめ

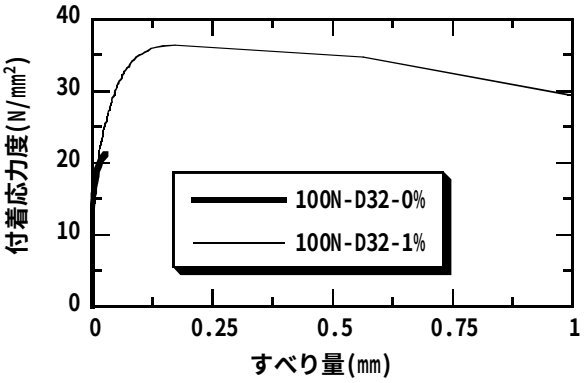
高強度鋼繊維補強コンクリートと鉄筋との付着性状を把握する目的で引抜き試験を実施した．得られた知見を以下に示す.

(1) 鋼繊維を混入することにより割裂破壊が抑制され，付着応力度が増加し，最大付着応力度におけるすべり量も増大する.

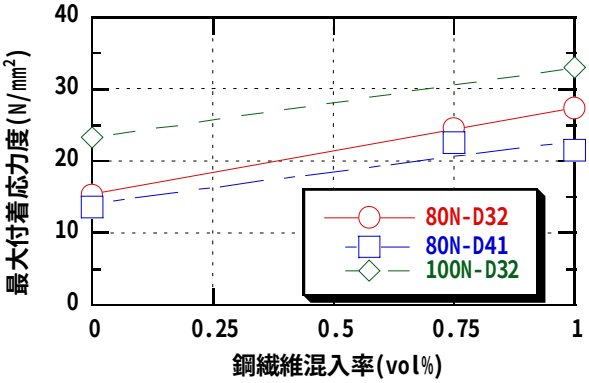
(2) 鉄筋径と最大付着応力度との間には明確な寸法効果は認められない.



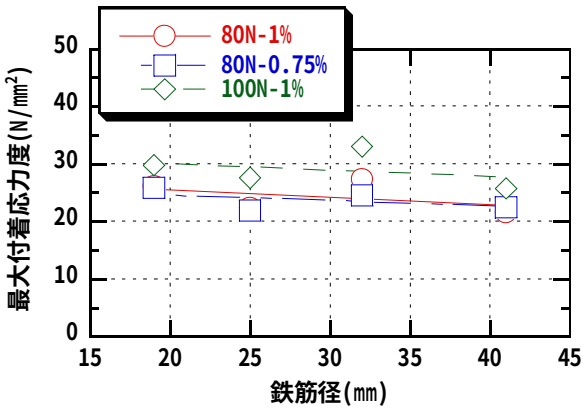
図－2　すべり量と付着応力度（80N/mm²）



図－3　すべり量と付着応力度（100N/mm²）



図－4　鋼繊維混入率と最大付着応力度



図－5　鉄筋径と最大付着応力度

【参考文献】

１）土木学会：鋼繊維補強鉄筋コンクリート柱部材の設計指針（案），コンクリートライブラリー97，平成11年11月

２）吉武ほか：高強度鋼繊維補強材料で接合されたプレキャストコンクリートはりの曲げ挙動，コンクリート工学年次論文集，vol.23, No.3, 2001

３）岡村ほか：鋼繊維補強鉄筋コンクリート材に関する実験的研究（第１報　鋼繊維補強コンクリート中の鉄筋の付着，定着試験），日本建築学会関東支部研究報告集，pp.241～pp.244，昭和56年

４）神野ほか：割裂を伴なう付着特性の寸法効果に関する研究，日本建築学会大会学術講演概要集（北海道），pp.747～pp.748，昭和61年８月