

スチールファイバーによるはり主鉄筋のダウエル作用の改善効果に関する研究

京都大学工学部 正員 岡田 清
 京都大学工学部 正員 小林 和夫
 青木建設株式会社 正員 佐治与志也

1. まえがき

本研究は、コンクリートはり部材における主鉄筋のダウエル作用に着目し、鋼繊維の利用によるその作用の改善効果を、繊維混入量と補強層の厚さ、主鉄筋に対するかぶり部の厚さ、鉄筋比と鉄筋の配置方法などを要因を選んで検討するとともに、スターラップの配置効果とも比較した。

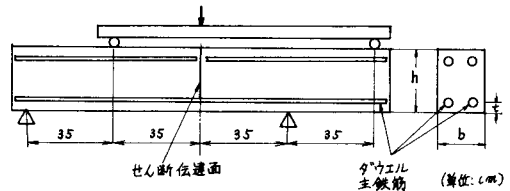


図-1 ダウエル試験はりの断面寸法

2. 供試体および実験概要

供試体はいずれも、スパン中央にシリコンワックスを塗布した厚さ0.2mmの真ちゅう板を挿入し、この面で鉄筋のダウエル作用によるせん断伝達のみが行なわれるよう配慮した。また、上側鉄筋はこの面で切断し、下側鉄筋でせん断力が伝達されるようにした。

供試体の種類は表-1に示すとおりである。鋼繊維は神戸製鋼社の伸線切断材(0.5φ×32mm、アスペクト比64)を用い、混入量は容積比で0, 1, 2%の3種類とした。各々のコンクリートの示方配合を表-2に示す。

はりの載荷方法としては、図-1のようにスパン中央のせん断伝達面にはせん断力のみが作用するルーマニア方式を採用し、カンチレバー型変位計を用いてせん断伝達面の左右コンクリート間の相対変位を測定するとともに、主鉄筋軸に沿って鉄筋を跨ぐようにコンクリート表面にV型ゲージ(検長50mm)をとりつけ、ダウエル作用にともなう水平ひびわれ幅を測定した。

3. 実験結果

使用コンクリートの強度特性は表-3に示すとおりである。はり供試体はいずれも主鉄筋のダウエル作用にともなう、せん断伝達面から主鉄筋位置のコンクリート表面に水平ひびわれが発生し、これが著しく進行し最終的にかぶり部のはく離をともなう破壊した。

表-1 ダウエル試験はりの種類とダウエル耐力

供試体 NO.	ダウエル 主鉄筋	鋼繊維 混入量 (%)	かぶり厚 (mm)	鋼繊維 層厚 (mm)	スターラップ 配置間隔	ダウエル耐力* DISH Q _u (kg)	せん断 耐力 Q _u (kg)
1	2-D13	0	3	0	—	500	534
2	〃	0	5	0	—	630	917
3	〃	0	3	0	d/2	567	—
4	〃	0	3	0	d	567	—
5	〃	1	3	20	—	1084	1317
6	〃	1	5	20	—	1000	1559
7	〃	2	3	20	—	1000	1417
8	〃	2	3	6	—	792	1763
9	〃	2	3	9	—	750	1397
10	〃	2	5	20	—	709	1625
11	5-D10	0	3	20	—	1123	1287
12	〃	1	3	20	—	1834	2725
13	〃	2	3	20	—	2042	3517
14	3-D13	0	3	20	—	1375	1620
15	〃	1	3	20	—	1543	2450
16	〃	2	3	20	—	1750	2617
17	3-D16	0	3	20	—	950	1250
18	〃	1	3	20	—	1084	2792
19	〃	2	3	20	—	1625	3733

* 供試体2本の平均値

** 図様による値

表-2 使用コンクリートの示方配合

鋼繊維 混入量 (%)	最大寸 法 (mm)	スパン (mm)	強度 (%)	W/C	S/a	単位量 (kg/m³)					スラン ダ試験 (mm)	スラン ダ試験 (mm)	
						W	C	S	Gr	鋼繊維 混入量 (%)			
0	15	521	421	50	40	163	327	731	1114	0	818	2616	6.0
1	15	521	421	45	55	180	395	932	776	80	970	3106	6.0
2	15	521	421	48	70	223	466	1077	461	157	1169	3728	10.5

* 減水剤: ポリスル酸 70, A.E.G. ポリスル酸 NO.383

* 減水剤: ポンズ NO. 70, AE剤: ポンズ NO. 303

S A J I Y O S H I Y A O K A D A K i y o s h i K O B A Y A S H I K a z u o

ダウエルひびわれの発生耐力 Q_d ならびに破壊耐力 Q_u を表1に、また、ダウエル力～相対変位、水平ひびわれ幅関係の一例をそれぞれ図2、3に示す。ただし、図示の水平ひびわれ幅はスパン中央のせん断伝達面から23mm離れた位置におけるものである。

本研究により得られた主要な結果をまとめると以下のとおりである。

1) 鋼繊維無混入の鉄筋コンクリートはリ部材では、主鉄筋のダウエル作用にともなう水平ひびわれの発生そのものをダウエル破壊とみなす必要がある。また、せん断伝達面の近くにスターラップを配置すると、主鉄筋の吊り上げ効果によって水平ひびわれ発生以後のダウエル性状をかなり改善することができるが、水平ひびわれの発生耐力そのものはスターラップ無配置とほとんど変わらない。

2) 1%程度の鋼繊維を混入することによって、水平ひびわれの発生耐力ならびにダウエル破壊耐力が著しく向上することにも、水平ひびわれの発生以後における相対変位、ひびわれ幅の進行も著しく緩和され、鋼繊維の混入によるダウエル作用の改善効果ははりの有効高の1/2ビッチで配置したスターラップの効果より大きいことが認められた。

3) ダウエル作用の改善に関しては、主鉄筋のかぶり厚の2倍程度の領域を鋼繊維補強するだけで、全断面補強と同程度の効果を期待することができ、鋼繊維を有効かつ経済的に利用しうることが明らかとなった。

4) 鋼繊維無混入コンクリートでは、ダウエルひびわれならびに破壊耐力はかぶり厚にほぼ比例して増大し、かぶり厚が水平ひびわれをともなうダウエル耐力にきわめて大きな影響を及ぼすが、1%程度以上の鋼繊維を混入するとこれらの耐力に及ぼすかぶり厚の影響は著るしく小さくなる。したがって、かぶり厚が薄い場合ほど鋼繊維補強が有効となる。

5) 鋼繊維補強コンクリートでは、主鉄筋断面積が同一の場合には細径の鉄筋を密に配置するほどダウエル作用の改善効果が大きく、また鋼繊維の混入量が多いほどその影響が顕著となる。これは、主鉄筋の配置方法によって鋼繊維の配向性や分散性が著しく影響されるためと考えられる。

6) 鋼繊維補強コンクリートでは、主鉄筋比が高いほどダウエル作用の改善効果が大きくなること、また、その効果は鋼繊維の混入量が多いほど顕著となることが認められた。

表-3 使用コンクリートの力学的特性

鋼繊維混入量 (%)	圧縮強度 (N/mm^2)	引張強度 (N/mm^2)	弾性係数 (N/mm^2)
0	42.7	46.3	31.0
1	43.1	68.1	39.7
2	36.8	92.7	43.5

※1: 10φ×20^{mm}
 ※2: 10φ×10×40^{mm}
 ※3: 15φ×15^{mm} (新型試験)

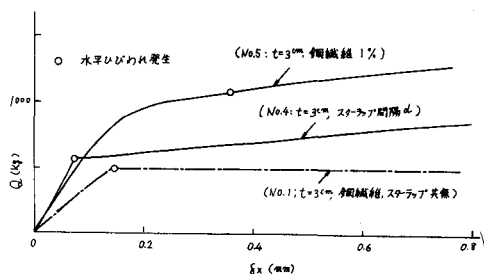


図-2 ダウエル力～相対変位

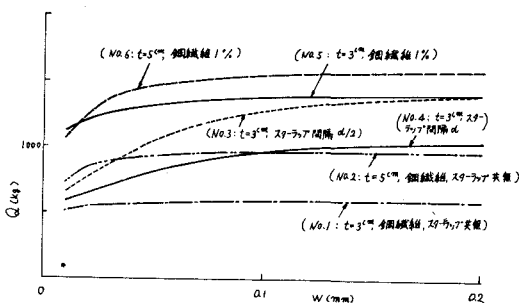


図-3 ダウエル力～水平ひびわれ幅