

鋼繊維補強コンクリートにおける鋼繊維の分散及び配向と曲げ強度との関係

八戸高専 正員 齊藤 進
八戸高専 正員 菅原 隆
八戸高専 正員 今野恵喜

1. まえがき

本報告は、先に報告した「鋼繊維補強コンクリートにおける各種の要因と鋼繊維の分散及び配向との関係」に続くもので、ここでは主に、鋼繊維の分散度と配向度が曲げ強度に及ぼす影響について述べるものとする。

実験の要因と本質、及び解析の元となるデータは、先の報告におけるものと共通である。

2. 曲げ強度試験の結果

図1には、アスペクト比が60で3次元ランダム配向の場合の全供試体の曲げ強度 σ_b をプロットしたが、このように個々の供試体の曲げ強度は、鋼繊維の混入率の増加に伴って、バラツキが大きくなる。しかし、ある水準ごとの曲げ強度の平均では、4ケースとも、混入率の増加に伴って、増加を示している。2次元ランダム配向の場合は、3次元ランダム配向の場合に比べて、アスペクト比が100の場合は、60の場合に比べて、それぞれ曲げ強度が高くなっている。

また、図2から分かるように、曲げ強度 σ_b に対する粗骨材の最大寸法の違いの影響は、明らかであるが、混入量の違いによる影響は、殆んど認められない。

3. 解析結果及び検討

3-1 分散度と配向度の曲げ強度に対する影響
要因のすべてが全く同一の本質の鋼繊維補強コンクリートであっても、図1に示したように、各供試体ごとに、曲げ強度は、かなり異なる。この曲げ強度の差異の主な原因は、鋼繊維の分散度と配向度にあると考え、分散係数 α 及び配向係数 β と曲げ強度 σ_b との関係を図示し一例が図3である。この図を見ると、曲げ強度の高い供試体では、分散係数と配向係数が大きく、その逆も成立しようである。そこで、このことをはっきりさせるため、 α と β を説明変数、 σ_b を被説明変数として、重回帰分析を行い、全ケースをまとめたものが表1である。供試体数が少ないため、各水準ごとに寄与率は、かなり差があるが、平均的には、 α だけが変数とした時には、アスペクト比60で約30%、100

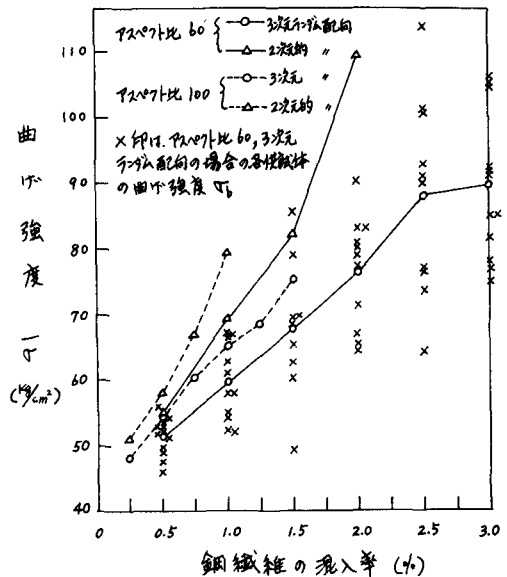


図1. 鋼繊維の混入率と曲げ強度との関係

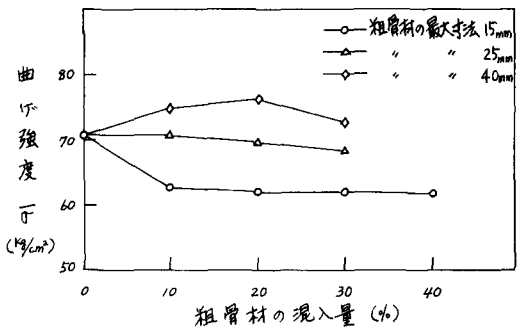


図2. 粗骨材の混入量と曲げ強度との関係

で約 20 %、 β だけを 변수とした時には、アスペクト比 60 で約 50 %、100 で約 30 %、両者を 변수とした時には、アスペクト比 60 で約 70 %、100 で約 40 % である。

以上のことから α と β では、 β の方が σ に対する影響が大きいこと、アスペクト比 60 の場合は、このような α と β で、かなりよく σ の変動を説明できること、アスペクト比 100 の場合には、このような α と β だけでは、 σ の変動をよく説明できないことなどがわかる。

また、実験Ⅱの試験体をすべてまとめて分析した結果、 α と β を 변수として寄与率が 36.5 % となった。実験Ⅱの場合には、粗骨材の最大寸法と混入率の本数が異なるので、このような低い寄与率になったものである。

3-2 分散度と密度の曲げ強度に対する影響
表 2 には、 α と β の他に密度 ρ を説明変数として加え、実験Ⅱにおける全試験体を 4 つのグループにまとめて、重回帰分析を行った結果を示した。

表から分るように、鋼繊維の混入率が変化する場合には、 ρ の寄与率が 70 ~ 90 % 程度と非常に大きくなり、 β の寄与率は、殆んど 0 となる。 α と ρ を 변수とすれば、 σ の変動の 75 ~ 90 % 程度を α と ρ によって説明できることになる。

4. まとめ

要因がすべて同一水準にあれば、曲げ強度に対して、分散係数と配向係数、従って密度が大きな影響を与える。

また、実験Ⅱのように鋼繊維の混入率が変わる場合には、曲げ強度に対して密度が決定的な影響を与え、分散係数が多少の影響を与える。実験Ⅱのように、粗骨材の最大寸法と混入率が変わる場合には、曲げ強度に対する分散係数と配向係数、従って密度の影響は、それほど大きくない。

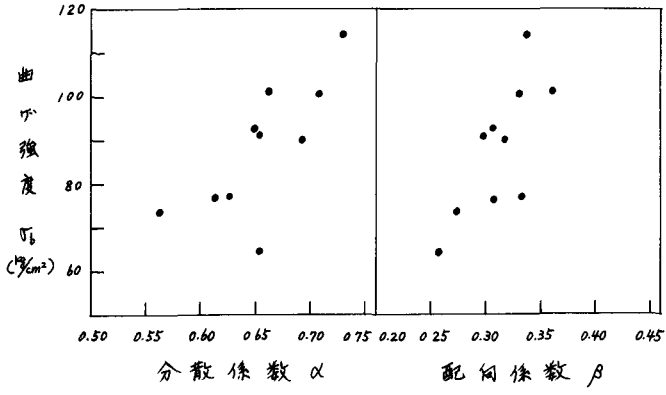


図 3. 鋼繊維の分散係数及び配向係数と曲げ強度との関係の例
(アスペクト比 60, 鋼繊維混入率 2.5 %, 3次元ランダム配向の場合)

表 1. 分散係数と配向係数の曲げ強度の変動に対する寄与率

実験 分散係数 配向係数	変数として 用いた 混入率	変数として用いた混入率					
		α	β	$\alpha + \beta$	$\alpha + \beta$ の時の F_0		
I	60	1.0	0.552	0.638	0.811	17.18**	
		3次元 和法	1.5	0.584	0.667	0.593	4.37
		2.0	0.030	0.378	0.722	10.40**	
		2.5	0.565	0.559	0.749	10.46**	
		3.0	0.372	0.407	0.728	12.02**	
		0.5	0.101	0.442	0.452	2.89	
	100	2次元 和法	1.0	0.164	0.576	0.727	11.95**
		1.5	0.030	0.540	0.812	15.07**	
		2.0	0.213	0.654	0.668	7.04*	
		0.25	0.283	0.659	0.683	9.71**	
		0.5	0.229	0.423	0.423	2.57	
		3次元 和法	0.75	0.118	0.005	0.126	0.43
II	60	1.0	0.049	0.010	0.136	0.47	
		1.25	0.028	0.314	0.405	2.04	
		1.5	0.669	0.114	0.667	6.07*	
		0.25	0.419	0.421	0.443	2.78	
		0.5	0.089	0.000	0.099	0.27	
		0.75	0.203	0.737	0.749	8.97*	
	100	1.0	0.072	0.544	0.570	5.76*	
		1.5	0.197	0.230	0.365	16.39**	

**印は有意水準 99 % で有意、*印は 95 % で有意

表 2. 分散係数、密度、及び配向係数の曲げ強度の変動に対する寄与率と重回帰係数

アスペクト比	配向	寄与率				重回帰係数			
		α	ρ	β	$\alpha + \rho$ の分散比 F_0	a_0	b_1	b_2	
60	3次元ランダム	0.332	0.690	0.020	0.762	79.84**	-18.4	99.7	12.2
	2次元ランダム	0.207	0.921	0.020	0.921	228.2**	38.6	-8.9	25.6
100	3次元ランダム	0.344	0.764	0.022	0.797	108.3**	25.7	34.6	7.1
	2次元ランダム	0.324	0.885	0.015	0.888	139.0**	39.1	17.1	13.8

(帰帰式 $b_0 = a_0 + b_1\alpha + b_2\rho$)