

G1-15.短繊維補強された超軽量 RC はりのせん断耐力評価に関する実験的研究

福井圭太

1.はじめに

近年、コンクリート構造物の軽量化の手法の一つとして超軽量コンクリートの適用が期待されている。本研究で対象とする超軽量コンクリートの密度は 1.5g/cm^3 程度で、普通コンクリートの密度 2.3g/cm^3 に対し約 3 割の軽量化が可能であるが、引張強度が普通コンクリートに比べ 70% 程度と低くなることが懸念されている。その補強方法の一つとして短繊維を混入する方法が検討されている。

短繊維補強された超軽量コンクリート部材の設計を行う際、せん断耐力式についてはその補強効果を反映させた具体的な耐力評価式がまだ存在しない。そこで本研究では、短繊維の混入率をパラメータとした超軽量コンクリート RC はりの載荷試験を行い、短繊維補強された超軽量 RC 部材のせん断耐力の評価方法について考察した。

2.試験概要

本研究で用いた短繊維は鋼、ピニロンの 2 種類であり、混入率をそれぞれ体積比で 0、0.35、0.7、1.0% とした。試験体はせん断スパンと有効高さの比を 3 としたスパン 1320mm、幅 100mm、高さ 200mm の単純 RC はりとし、各種類を 2 体ずつ、計 14 体の試験体を作成した。載荷方法は静的 2 点線載荷とした。表-1 に試験体の概要、表-2 に使用繊維の概要、図-1 にはりの載荷図を示す。

3.試験結果および考察

表-3 に試験結果を示す。同表より、短繊維混入率の増加とともに実験値に対する計算値の比が大きくなり繊維補強効果が確認された。また、鋼繊維では混入率 0.7%、1.0%、ピニロン繊維では 1.0% において曲げ破壊をした。以上より、同じ混入率で破壊形式が違ふことから、鋼繊維の方がピニロン繊維に比べて繊維補強効果が大きいことが確認された。表中の曲げ耐力の算出には等価応力ブロックを用い、コンクリートが受け持つせん断耐力の算出にはコンクリート標準示方書に従った式を用いた。同書ではこの式を軽量コンクリート部材に適用する場合、一律に 70% に低減することと規定されている。しかし、同式では比重の違いなどを反映できず過大評価となってしまう危険性があるため、超軽量コンクリート部材の耐力計算の低減係数には、引張強度に起因している脆度（圧縮強度/引張強度）を用いた低減係数式 $\alpha = 0.84 \times (\sigma_c / \sigma_t) + 0.32$ が適用できることが過去の研究より確認されている。ここで、 σ_c は超軽量コンクリートの脆度の逆数、 σ_{tN} は普通コンクリートの脆度の逆数である。この式を基に、繊維補強された場合のせん断耐力について脆度をパラメータとした評価の妥当性について検討した。繊維補

表-1 試験体の概要

Type	繊維種類	混入率(%)	密度(g/cm^3)
N	無し	0	1.44
S-0.35	鋼	0.35	1.47
S-0.7		0.7	1.52
S-1.0		1.0	1.57
V-0.35	ピニロン	0.35	1.45
V-0.7		0.7	1.47
V-1.0		1.0	1.47

表-2 使用繊維の概要

繊維種類	直径 (mm)	繊維長 (mm)	比重	引張強度 (N/mm^2)	ヤング係数 (N/mm^2)	形状
鋼	0.6	30	7.9	980	$2.10\text{E}+05$	インデント
ピニロン	0.6	30	1.3	900	$3.00\text{E}+04$	ストレート

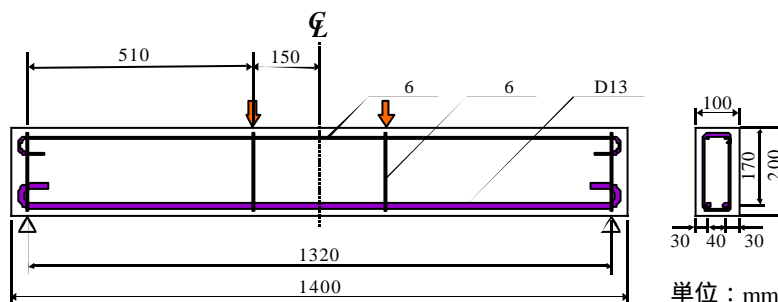


図-1 はりの載荷図

の妥当性について検討した。繊維補

表-3 試験結果

Type	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	脆度	脆度の 逆数	実験値 (kN)	計算値(kN)		P/V _c	P/P _u	破壊形式
						せん断耐力V _c	曲げ耐力P _u			
N	38.1	1.7	22.4	0.045	44.9	40.7	60.2	1.10	-	せん断
	35.6	1.7	20.9	0.048	38.6	39.8	59.9	0.97	-	
S-0.35	55.1	4.2	13.1	0.077	65.1	46.0	61.4	1.42	-	せん断
	39.1	2.8	14.0	0.072	49.5	41.1	60.3	1.20	-	
S-0.7	36.2	3.3	11.0	0.091	65.4	40.0	60.0	1.64	1.09	曲げ
	36.4	2.9	12.6	0.080	70.1	40.1	60.0	1.75	1.17	
S-1.0	33.2	3.6	9.2	0.108	71.4	38.9	59.6	1.84	1.20	曲げ
	40.1	3.7	10.8	0.092	68.6	41.4	60.4	1.66	1.14	
V-0.35	29.9	2.8	10.7	0.094	61.3	37.5	59.2	1.63	-	せん断
	30.8	2.4	12.8	0.078	44.9	37.9	59.3	1.18	-	
V-0.7	37.4	1.8	20.8	0.048	60.6	40.5	60.1	1.50	-	せん断
	40.0	2.9	13.8	0.073	62.8	41.4	60.4	1.52	-	
V-1.0	39.1	2.5	15.6	0.064	66.6	41.1	60.3	1.62	1.10	曲げ
	37.8	2.2	17.2	0.058	68.6	40.6	60.2	1.69	1.14	

強された場合，繊維の種類，混入率が適当な場合において，引張強度は初期ひび割れ発生時に荷重が低下し，再び荷重が上昇するという特徴をもつ．本研究では，初期ひび割れ発生時の荷重を引張強度として脆度を定義した．

図-2,3 に鋼繊維，ピニロン繊維について混入率と脆度の逆数，耐力の補正率（実験値/計算値）の関係を示す．ピニロン繊維については斜めひび割れ発生荷重と計算値の比も示した．同図より，鋼繊維は混入率の増加とともに脆度の逆数，補正率は上昇しており，両者には相関性がみられた．しかしピニロン繊維は，脆度の逆数との相関性は鋼繊維ほど明確には現れなかった．これは，ひび割れ発生後に短繊維の架橋効果により引張力を負担

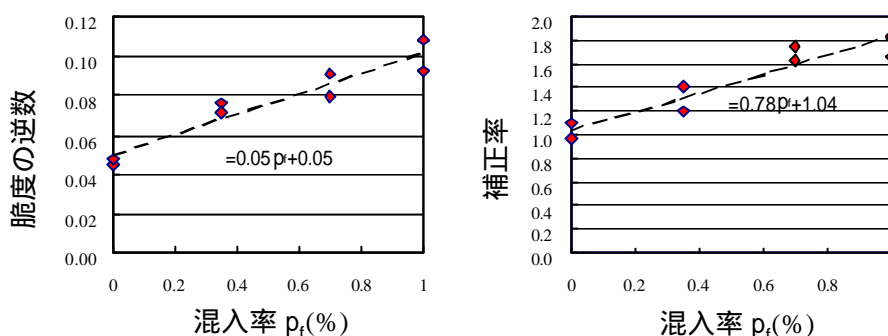


図-2 混入率と脆度，補正率（鋼繊維）

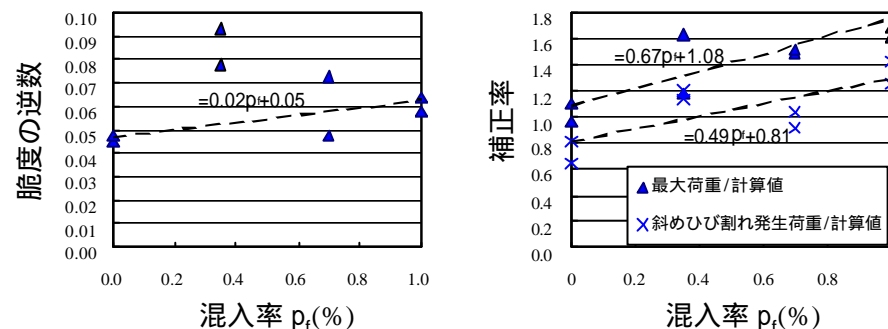


図-3 混入率と脆度，補正率（ピニロン繊維）

しているためと考えられる．このことより，今後ひび割れ発生前の引張強度を用いた脆度だけでなく，ひび割れ発生後の荷重の増加分に対して適切な評価方法を考える必要がある．なお，本試験の範囲内においてピニロン繊維の混入率 0.35%を除いた上で最小二乗法により脆度の逆数-混入率，補正率-混入率の各関係を定式化すれば図-2,3 に示すとおりである．また，曲げ耐力については等価応力ブロックの適用性が確認された．

4.結論

超軽量コンクリートに短繊維を混入することで，大幅に耐力の上昇がみられ，コンクリートの補強方法として有効であることが示された．また，鋼繊維の方がピニロン繊維より繊維補強効果が大きいことが確認された．曲げ耐力の算定には既往の設計手法が適用可能であり，また，せん断耐力算定の考察に用いた脆度は耐力と相関性を明確にはもたなかった．これは架橋効果によるものであり，すなわちコンクリートが受ける引張力を短繊維が負担したために，ひび割れ発生後も荷重が増加したものと考えられる．このことより，せん断耐力評価を行う際，ひび割れ発生後の荷重の増加分に対して検討が必要である．