

立命館大学理工学部 正会員 児島 孝之 正会員 高木 宣章
立命館大学大学院理工学研究科 学生員 日比野憲太 学生員○前田 拓郎

1. はじめに

近年、絶乾密度が0.8~1.2g/cm³で吸水率が5%以下の高性能軽量骨材が開発された[1]。本研究では、軽量骨材コンクリートを用いた RC はりのせん断耐力に関する基礎データを得ることを目的として載荷実験を行った。

2. 実験概要

実験計画を表1に示す。骨材のかみ合わせ作用の影響を比較検討するため、コンクリートの目標圧縮強度を24MPaとした。軽量コンクリート(Lシリーズ)には、密度の異なる2種類の軽量骨材を用いた。比較のために、軽量粗骨材と最大寸法の同じ碎石を用いた普通骨材コンクリート(Nシリーズ)も作製した。せん断スパン有効高さ比(a/d)は3水準とした。供試体寸法を図1に示す。供試体寸法は150×240×2,000(mm)で、軸方向鉄筋にはD16(SD345)を有効高さ200mmの位置に2本配置した。支持スパンを1,800mmの対称二点載荷とした。水セメント比の大きい軽量骨材コンクリートには、材料分離が生じやすい。そのため、軽量骨材コンクリートには石粉と高性能 AE 減水剤を用いて粘性を高めた。使用材料を表2に、コンクリートの示方配合および力学的特性を表3に示す。

表1 実験計画

a/d	普通	L1.2	L0.85
2.0	N-2	L1.2-2	L0.85-2
3.0	N-3	L1.2-3	L0.85-3
3.6	N-3.6	L1.2-3.6	L0.85-3.6

表2 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント 密度:3.16
石粉(P)	炭酸カルシウム 密度:2.7
細骨材	野洲川産川砂 密度:2.60(2.61) ^{*1} FM:2.48(2.83) ^{*1}
粗骨材	Nシリーズ 高槻産硬質砂岩碎石 密度2.69 FM:6.71 最大寸法15mm
	[人工軽量骨材]原料:真珠岩 製造方法:回転造粒型 最大寸法15mm
	L1.2シリーズ 絶乾密度:1.23 表乾密度:1.26 24時間吸水率:2.54%
	L0.85シリーズ 絶乾密度:0.87 表乾密度:0.88 24時間吸水率:2.11%
混和剤	Nシリーズ AE減水剤:リグニンスルホン酸化合物及びポリオール複合体
	AE助剤:アルキルアリスルホン化合物系陰イオン界面活性剤
	L1.2シリーズ 高性能AE減水剤:ポリカルボン酸Ca塩
	L0.85シリーズ AE助剤:アニオン系界面活性剤

注)密度の単位はg/cm³とする。*¹は、L0.85シリーズで用いた細骨材を示す

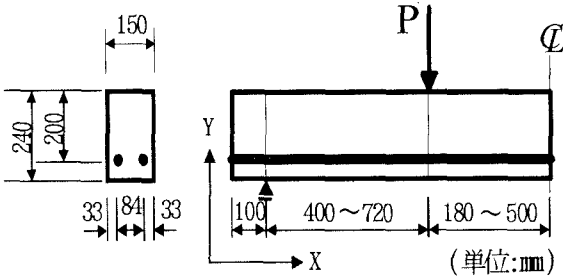


図1 供試体寸法および載荷条件

表3 示方配合および力学的特性

配合名	W/C(%)	s/a(%)	W	C	P ^{*1}	S	G	AE 減水剤 [C%]	高性能AE 減水剤 [(C+P)%]	AE 助剤 (A) ^{*2}	圧縮 強度 (N/MPa)	引張 強度 (N/MPa)	曲げ 強度 (N/MPa)	弾性 係数 (N/MPa)	f _t /f _c
N	74.1	53.5	190	256	—	958	862	1	—	1.75	26.7	2.88	5.05	35500	9.3
L1.2	63	46	165	262	129	794	453	—	0.6	0.75	29.7	1.85	2.82	21000	16.1
L0.85	57.1	46	165	289	106	797	317	—	0.8	2	22.7	1.32	2.34	16700	17.2

注)*¹P:石粉 *²:AE助剤はNシリーズでは1%希釈液を、Lシリーズでは2%希釈液をセメント1kg当たり2cc使用する時を1Aとする

3. 実験結果および考察

はりのせん断試験結果を表4に示す。表中のせん断耐力の計算値は、式(1)より求めた。

$$V_{cr} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot f_{vc} \cdot \left(0.75 + 1.4 \frac{d}{a} \right) b_w \cdot d \tag{1}$$

$$f_{vcd} = 0.20 \sqrt{f'_{cd}}, \beta_d = \sqrt[4]{1/d(d:m)}, \beta_p = \sqrt[3]{100p_w}, p_w = A_s / (b_w \cdot d), d:有効高さ, b_w:はり幅, A_s:引張側鋼材の断面積$$

表.4 セン断試験結果

供試体名	曲げひび割れ発生荷重(kN)		斜めひび割れ発生荷重	せん断破壊荷重(kN)		P_{u1}/P_{u2}	破壊形式
	実験値[P_{cr1}]	理論値[P_{cr2}^{*1}]	実験値[P_{cr3}](kN)	実験値[P_{u1}]	理論値[P_{u2}]		
N-20	34.3	35.28	73.5	95.65	85.36	1.12	せん断引張
N-30	29.4	23.52	71.05	88.2	71.64	1.23	せん断引張
N-36	22.1	19.6	68.6	71.05	67.03	1.06	斜め引張
L1.2-20	7.4	19.6	56.35	90.9	88.49	1.03	せん断圧縮
L1.2-30	17.2	12.74	56.35	56.35	74.19	0.76	斜め引張
L1.2-36	9.8	10.78	53.9	53.9	69.48	0.78	斜め引張
L0.85-20	9.8	15.83	63.7	125.2	80.85	1.55	せん断圧縮
L0.85-30	2.45	10.55	54.88	54.88	67.91	0.81	斜め引張
L0.85-36	7.35	8.79	49.0	49.0	63.50	0.77	斜め引張

注)*¹ $P_{cr2} = 2I_g \cdot f_b / (y_t \cdot a)$

コンクリートの目標圧縮強度を 24MPa としたが、材齢 28 日の載荷試験時の圧縮強度はかなり相違した。圧縮強度は同程度ではないけれども、普通骨材コンクリートの脆度係数(f_c/f_t)は 9.3、軽量骨材コンクリートでは 16.1、17.2 と普通骨材コンクリートに比較するとかなり大きくなった。軽量粗骨材の密度が小さいほど、脆度係数は大きい。

軽量骨材コンクリートを用いた L シリーズの破壊形式は、 $a/d=2.0$ ではせん断圧縮破壊、 $a/d=3.0$ と 3.6 では斜め引張破壊であった。 a/d が大きくなると、粗骨材強度が低い L シリーズでは、骨材のかみ合わせ作用によるせん断抵抗力が小さくなるために、またコンクリートの引張強度が小さいために、斜め引張破壊した。

普通骨材コンクリートを用いた N シリーズでは、 a/d にかかわらず、せん断破壊荷重の実験値は計算値より大きい。しかし、軽量骨材コンクリートを用いた L シリーズで斜め引張破壊した供試体のせん断破壊荷重の実験値は、計算値より約 20～25% 小さい。これは、軽量粗骨材強度が普通骨材より小さいためである。土木学会「コンクリート標準示方書」のせん断補強鋼材を用いない棒部材のせん断耐力式は、普通骨材コンクリートを対象にしているので、軽量骨材コンクリートではこの値の 70% としてよいことになっている。本実験で使用した軽量粗骨材は、従来の軽量粗骨材を用いたコンクリートよりせん断耐力の低下が幾分少なかった。

$a/d=2.0$ の L シリーズ供試体はせん断圧縮破壊したので、骨材強度がせん断耐力に及ぼす影響は少ない。そのため、実験値は計算値を上回った。

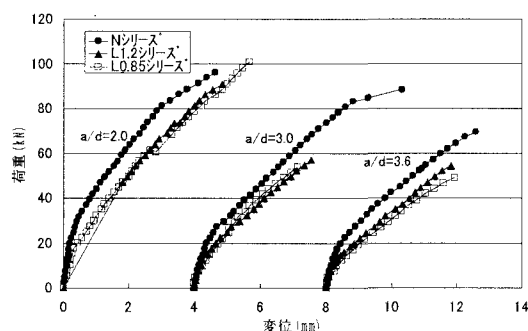
荷重・変位曲線を図 2 示す。軽量骨材コンクリートの曲げ強度は普通骨材コンクリートに比較して小さいので、曲げひび割れ発生荷重は小さい。また、軽量骨材コンクリートの弾性係数が小さいので、曲げひび割れ発生までの荷重・変位曲線の初期剛性は普通骨材コンクリートを用いた供試体より小さい。

4. 結論

従来の軽量骨材より骨材強度が大きく、吸水率が小さい軽量粗骨材を用いた軽量骨材コンクリートはりのせん断耐力は、普通骨材コンクリートを対象としている土木学会式から求めた値の約 75% であった。

〔参考文献〕

[1] 岡本・石川・笹嶋・翔木・早野：超軽量コンクリート，最新コンクリート技術－高性能・資源の有効利用を目指して－（日本材料学会関西支部），pp142-159，1998.10



注) $a/d=3.0$ は変位 4mm、 $a/d=3.6$ は変位 8mm を 0mm としている

図 2 荷重・変位曲線