

立命館大学大学院理工学研究科

学生員○北村 周郎

立命館大学大学院理工学研究科

学生員 池上浩太郎

立命館大学理工学部

正会員 尼崎 省二

1. はじめに

近年、コンクリート構造物は、超大スパン橋梁、多層高架道路橋、超高層ビルなど巨大化、高層化が進み、“軽くて強いコンクリート”が望まれている。本研究は、膨張粘土を造粒・焼成した比重0.5～0.9の超軽量人工骨材を構造コンクリート用骨材に適用することを目的とし、超軽量人工骨材コンクリート（以下 SLC）の物性を調べたものである。

2. 実験概要

実験では表1に示す骨材を用いた。水セメント比の影響を調べるため、単位水量を一定とし、W/C=35、40、45%の3水準のコンクリート供試体を作製した。示方配合を表2に示す。なお、骨材は絶乾状態で使用し、骨材の24時間吸水率に相当する水を補正水として加えた。超軽量人工細骨材はJIS A 5002（構造用軽量コンクリート骨材）の粒度分布を参考にして、N1:N2:N3=0.15:0.17:0.68の割合で混合し使用した。

セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。練混ぜは強制練りミキサーを用い、30秒空練り後、2分間練混ぜた。フレッシュコンクリートのスランプフローが 50 ± 5 cmになるよう高性能AE減水剤（ポリカルボン酸・エーテル系の複合体）を用いるとともに、材料分離を抑制するために増粘剤（水溶性セルロースエーテル）を使用した。

供試体は、試験材齢まで水中養生とし、各種強度試験は関連JISに準じて行った。弾性波伝播速度は、飽和増幅式超音波試験機を用いて測定した。コンクリート比重は、圧縮試験の直前に表面の水を拭って測定した。

はり供試体は図1に示す形状で配合は表2のWC40と同一とした。主鉄筋はSD295のD16を用い、スターラップは同じく $\phi 9$ mmの丸鋼とした。ひび割れ性状比較用に同程度の圧縮強度の普通骨材RCはり（以下普通RCはり）を作製した。普通コンクリートの配合を表3に示す。はり供試体は脱型後1週間の散水養生後、材齢28日まで気中養生とし、 $a/d=3.6$ で載荷した。

3. 結果及び考察

コンクリートの物性試験結果を表4に示す。WC35とWC40の圧縮強度にはほとんど差がなく、WC45だけが低い値になっている。一般に、コンクリートの圧縮強度は水セメント比の低下に伴い増加するが、軽量コンクリートの場合、W/Cがある値以下にな

表-1 超軽量人工骨材の諸物性

	N-1	N-2	N-3	G-3
粒径 (mm)	4.75 ~2.36	2.36 ~1.18	1.18 ~0.59	9.50 ~4.75
実積率(%)	60.31	61.16	62.56	58.28
絶乾比重	0.62	0.68	0.86	0.87
24h吸水率	7.0%	6.0%	6.5%	5.3%

表-2 示方配合

記号	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)					
		W	C	N-1	N-2	N-3	G-3
WC35	35	175	515	27	32	160	286
WC40	40		438	28	33	168	309
WC45	45		389	29	34	173	310

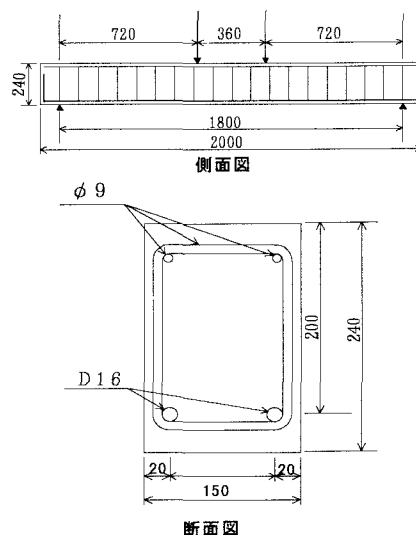


図1 はり供試体

表3 普通コンクリート示方配合

W/C (%)	単位量 (kg/m ³)			
	W	C	S	G
62.6	174	278	827	995

るとその影響はほぼなくなるといわれており、本実験に使用した骨材の場合、それは $W/C=40\sim45\%$ の範囲にあると考えられる。また、 $WC35$ は材齢 3 日以降の圧縮強度の増進はなく、 $W/C=35\%$ の材齢 3 日の時点でモルタル強度が骨材強度を上回り、骨材の破壊によりコンクリートが破壊すると考えられる。このことは、供試体破壊面の粗骨材がすべて破断していたことから明らかである。

$W/C=35\sim45\%$ の範囲では、引張強度は圧縮強度の $1/13\sim1/18$ と普通コンクリートに比べて小さくなっている。また、曲げ強度はばらつきが大きく、変動係数は約 12% であり、曲げ強度も圧縮強度の $1/6\sim1/9$ と普通コンクリートに比べ小さくなっている。これは本実験で使用した粗骨材の 10% 破砕値が 100kN と低いためと考えられる。

弾性波伝播速度は、 W/C の変化による影響はほとんどなく約 3400 m/s となっている。この値は動弾性係数を用いた棒の弾性波速度 $v = \sqrt{E_s/\rho}$ によく一致している。

SLC の応力ひずみ曲線は図 2 に示すように普通コンクリートの場合とは異なり、初期勾配が小さく、ほぼ直線となっている。さらに普通コンクリートの最大応力時のひずみが 2000~2500 μ であるのに対し、SLC では 3000~3500 μ と大きくなっている。

表 5 にはりの作製に用いたコンクリートの物性、表 6 に各はりのひび割れ荷重、降伏荷重及び耐力を示す。SLC はりのひび割れ発生荷重は、同程度の圧縮強度を有す普通 RC はりより低い値である。

図 3 に各はりの破壊後ひび割れ状況を示す。SLC はりのせん断スパンでのひび割れが普通 RC はりに比べて多いのは、SLC の引張強度が小さく、コンクリートの受け持つせん断抵抗が小さくなったためと考えられる。また、せん断スパンには、曲げせん断ひび割れとは異なる独立した短いひび割れ（図 3 の①）が発生した。このひび割れの発生位置及び進展方向は一定ではなく、コンクリート内部で超軽量人工粗骨材が破壊したために生じたひび割れと考えられる。また、主鉄筋位置において、軸方向ひび割れ（図 3 の②）が発生しており、普通 RC はりと異なる性状を示している。

4. まとめ

- (1) SLC は、比重 1.2 程度で圧縮強度約 30MPa を得ることができる。
- (2) 水セメント比を低下させることで強度増進が望めるのは $W/C=40\sim45\%$ の範囲までである。
- (3) SLC の応力ひずみ曲線は直線的であり、最大応力時のひずみは、同程度の圧縮強度を有す普通コンクリートよりも大きい。
- (4) SLC はりは、普通 RC はりよりひび割れ発生荷重は小さく、またせん断スパンに多くのひび割れが発生する。

最後に、本研究の実施にあたり御協力いただいた、(株)内外セラミックスの皆様に感謝の意を表します。

表 4 物性試験結果（実験 1）

記号		WC35	WC40	WC45
	ρ_c	1.20	1.17	1.11
3days	f_c (MPa)	28.3	27.5	17.2
7days	f_c (MPa)	28.6	28.8	21.1
28days	f_c (MPa)	28.7	29.8	24.6
	f_t (MPa)	1.67	2.25	1.41
	f_b (MPa)	4.56	3.37	3.95
	V_c (m/s)	3390	3470	3330
	E_c (GPa)	23.8	18.7	17.9
	E_d (GPa)	11.6	12.1	9.96

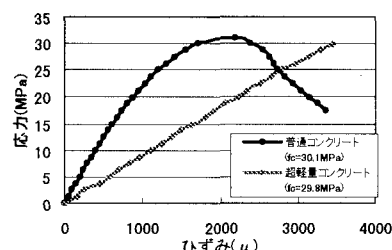


図 2 応力ひずみ曲線

表 5 はり供試体の物性

	普通 RC はり	SLC はり
f_c (MPa)	30.7	33.4
f_t (MPa)	2.64	2.25
f_b (MPa)	2.86	3.37
E_d (GPa)	25.5	18.7

表 6 RC はりの実測値

	$P_{cr}(t)$	$P_y(t)$	$P_u(t)$
普通 RC はり	2.0	7.6	8.5
SLC はり-A	0.60	7.4	7.5
SLC はり-B	0.75	7.4	7.9

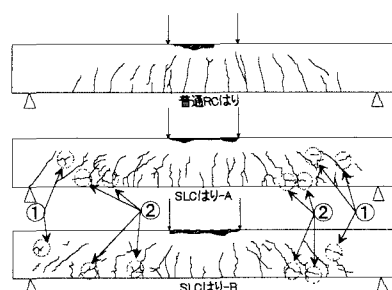


図 3 はりのひび割れ状況