

人工軽量骨材コンクリートを用いたPCはりの曲げせん断挙動に関する研究

Study on Flexural Shear Behavior of PC Beams using Artificial Lightweight Aggregate Concrete

伊藤 忠彦*
Tadahiko Ito

要 約

近年、建設工事における施工合理化や熟練労働者不足の対策のひとつとして、プレキャストセグメント工法による橋梁建設が注目されている。本工法において、プレキャストセグメントの重量軽減はセグメントの運搬・架設に極めて効果的であるばかりでなく、橋梁上部構造を軽量化することで地震力の低減にも有効であると思われる。本研究は、人工軽量骨材をプレストレストコンクリートはりに適用した場合の、せん断特性に着目した実験的研究であり、土木学会コンクリート標準示方書の適合性を検討するものである。実験の結果、人工軽量骨材コンクリートを用いた部材の力学的特性は、プレストレストコンクリート構造とすることで大幅に改善されることが明らかとなった。

目 次

- § 1. はじめに
- § 2. 材料特性
- § 3. 実験方法
- § 4. 実験結果と考察
- § 5. まとめ

§ 1. はじめに

プレストレストコンクリート（以下、PC）構造物の軽量化は、PC緊張材を外ケーブル配置とする方法や高強度コンクリートを用いて部材断面を薄くすることでも可能であり、近年これらの研究開発^{1), 2)}は著しいものがある。

一方、人工軽量骨材（以下、ALA）コンクリートを利用した構造物の軽量化は古くから試みられていた³⁾が、我が国のALAの使用実績は予期した程多くなく、現在その生産量は年間100万 m^3 以下である^{4), 5)}。また、我が国では年間2～3億トンもの骨材が大量に消費されており、良質な骨材資源の枯渇が全国的に心配されている⁶⁾。しかしながら、我が国で人工軽量骨材を土木構造物に使用した例は少ないのが現状であり、これに関する設計思想も20年以上前の許容応力度設計法の時代から変わっていないのである。例えば、現在の土木学会コンクリート標準示方書⁷⁾においても、ALAコンクリートを用いた腹鉄筋の無い棒部材のせん断耐力は、普通骨材を用いたその70%としている。しかし、はりのせん断耐力はプレストレスを導入することで増加するため、ALAコンクリートを用いたPC部材のせん断耐力を正確に評価することが必

* 技術研究所土木技術課

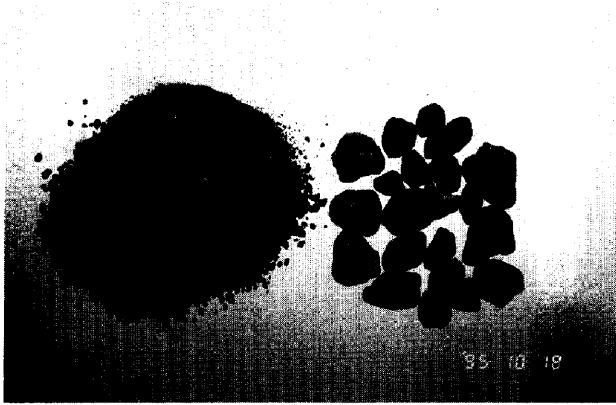


写真-1 人工軽量骨材

表-1 人工軽量骨材の材料試験結果

	粗骨材			細骨材		
試験状態*	①	②	③	①	②	③
絶乾比重	1.26	1.26	1.27	1.68	1.62	1.59
表乾比重	1.41	1.66	1.67	1.86	1.88	1.87
含水率(%)	11.4	31.4	31.0	10.7	15.7	17.0
粗粒率	6.55			2.81		

*: ①絶乾状態から24時間吸水した状態、②入荷時の状態
③入荷時の状態から24時間吸水した状態

要と思われる。

本研究は、ALAをPCはりに適用した場合の、せん断特性に着目した実験的研究⁸⁾であり、現在の土木学会コンクリート標準示方書の適合性を検討するものである。

§ 2. 材料特性

2-1 人工軽量骨材の性質

本研究に使用したALAは、膨張頁岩を原料とした非造粒型の一般市販品であり、JIS A 5002（構造用軽量コンクリート骨材）の品質（MA-417）を満足するものである。

写真-1に本研究に用いたALAを示す。非造粒型のため粗骨材の角が若干欠けているものも見られた。

現在、一般に市販されているALAは施工時のポンプ圧送性を確保するため、工場出荷時に十分なプレウェッチングが施されている。そのため、本研究で使用したALAの入荷時含水率は比較的高い値となっていた。表-1にALAの比重および含水率の試験結果を示す。ただし、今回の試験は骨材の基礎的データを得る目的で、骨材を以下の3種類の状態にして行った。

- ①入荷時の試料を乾燥炉で一旦絶乾状態にし、その後、20℃の恒温室で24時間自然吸水させた状態。
- ②入荷時の状態。

表-2 試験練りコンクリートの配合

種類	G max (mm)	スラング (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m³)					AE減水剤 ^{*)}
						W	C	s ^{**)}	G ^{*)}		
普通	15	8	4.0	40	42.7	174	435	687	987	C × 0.25%	
				50	44.7	174	348	749	995		
				60	46.7	174	290	804	984		
軽量	15	8	4.0	40	39.6	174	435	483	649	C × 0.25%	
				50	41.6	174	348	528	656		
				60	43.6	174	290	570	659		

*1: 軽量骨材の表乾比重は表-1の②を使用、*2: PZ-NO.70

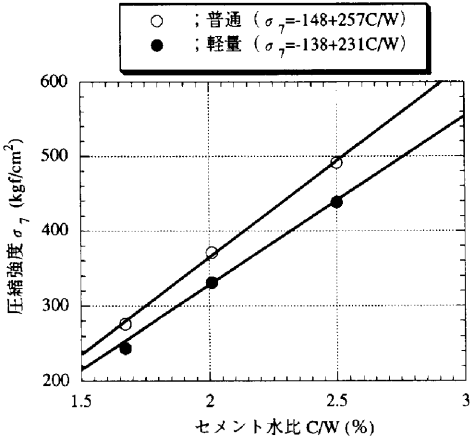


図-1 コンクリート強度とセメント水比の関係

- ③入荷時の状態から20℃の恒温室で24時間自然吸水させた状態。

表-1によると、ALAの入荷時含水率（状態②）は、絶乾状態からの24時間含水率（状態①）と比較すると、粗骨材で約3倍、細骨材で約1.5倍もの高含水率であることが示された。また、入荷時からの24時間含水率（状態③）と比較すると、含水率はほぼ一定であり、現在のALAは入荷時の状態で自然吸水率以上の含水率が保たれていることが示された。

2-2 人工軽量骨材を用いたコンクリートの性質

本研究ではALAをプレストレストコンクリートはりに使用するため、コンクリート強度としては400kgf/cm²（39.2N/mm²）程度が必要となる。しかし、一般市販品のALAを用いたコンクリートの強度は、一般に500～600kgf/cm²（49.0～58.8N/mm²）が限度⁹⁾であるため、構造実験に先立ち試験練りを行うことにした。

試験練りの配合を表-2に示す。なお、ALAの値は入荷時の状態のものである。また、粗骨材は軽量・普通ともに最大寸法を15mmに調整したものを使用した。練り混ぜは手練りで行い、供試体は40℃の温水養生¹⁰⁾を行った。材令7日における試験結果を図-1に示す。今回の試験練りでは、水セメント比が同じ場合、ALAコンクリートの圧縮強度は普通骨材コンクリートのそれよりも約10%低くなることが示された。

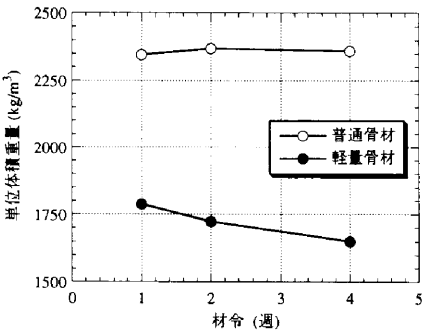


図-2 コンクリート単位体積重量の経時変化

表-3 実験供試体一覧

配合	種類	記号	コンクリート強度 (目標強度)	導入応力度 (kgf/cm ²)		緊張力 (tf)
				上縁	下縁	
A	NPC	NC-0	400	0	0	0
	PC	NC-50		-15	50	8.0
		NC-100		-30	100	16.0
B	NPC	LC-0	400	0	0	0
	PC	LC-50		-15	0	8.5
		LC-100		-30	100	17.0

表-4 コンクリートの配合

配合	骨材	G max (mm)	スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
							W	C	s *1	G *1	AE減水剤 *2
A	普通	15	8	4.0	48	44	174	363	737	995	C × 0.25%
B	ALA	15	8	4.0	43	40	174	405	498	652	C × 0.25%
C	普通	15	8	4.0	55	47.4	174	316	793	958	C × 0.25%

*1 : 軽量骨材の表乾比重は表-1の②を使用, *2 : PZ-NO.70

また、別途作製した10×10×40cm供試体によるコンクリートの単位体積重量の経時変化を図-2に示す。ただし、供試体は20℃の恒温室に静置しておいたものである。ALAコンクリートの重量は、材令4週間で約100kg/m³減少しており、乾燥に伴い重量が減少する様子が示されている。また、この時点で普通骨材コンクリートと重量を比較すると、ALAコンクリートは普通コンクリートの約72%であった。

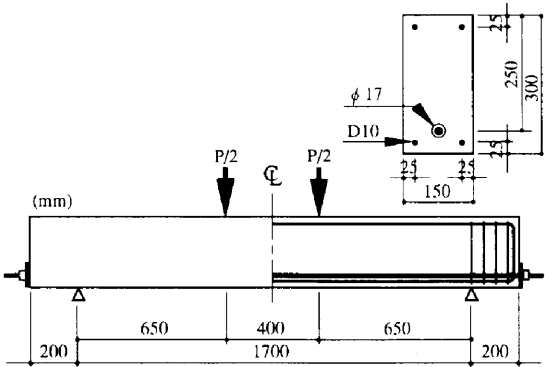


図-3 実験供試体の形状寸法

§ 3. 実験方法

3-1 供試体および実験要因

今回の実験に用いた供試体の一覧を表-3に示す。ここに、記号NCは普通骨材を用いた供試体であり、記号LCは細骨材・粗骨材ともにALAを用いた供試体である。コンクリートの目標強度は、NCおよびLCともに400kgf/cm² (39.2N/mm²)とした。供試体は図-3に示すように幅15cm、高さ30cmの長方形断面はりとした。PC緊張材はφ17mmの鋼棒 (C種1号)を1本使用し、軸方向鉄筋はD10 (SD295)を断面の上下に2本ずつ配置した。また、コンクリートが分担するせん断耐力を評価するため、スターラップ等のせん断補強鉄筋 (腹鉄筋)は配置しなかった。

供試体の種類は、導入するプレストレスが断面下縁で50kgf/cm² (4.90MPa) および100kgf/cm² (9.80MPa)となるPCはりとし、緊張力を与えないはり (以下、NPCはり)の6種類とした。したがって、今回の実験要因は

普通骨材および軽量骨材それぞれの骨材の違いと、プレストレスの大きさ (0~100kgf/cm² (0~9.80MPa))となっている。

3-2 供試体作製および載荷方法

供試体に用いたコンクリートの配合を表-4に示す。ここに、配合Aが普通骨材コンクリート、配合BがALAコンクリートである。また、配合Cは後述する追加実験供試体 (普通骨材)の配合である。ALAコンクリートの配合設計は、試験練りの結果を参考に表-1で求めた入荷時の表乾比重を用いて計算した。ただし、ALAは乾燥防止のため、入荷時からコンクリート打込みまで密封して実験室内に貯蔵した。また、普通骨材の粗骨材最大寸法はALAに合わせて15mmに調整して用いた。配合Aのコンクリート打込み時のスランプおよび空気量は、それぞれ8.5cmと3.1%、配合Bは14.5cmと4.0%であった。

プレストレス導入はコンクリート打込みから約4週間

表－５ コンクリートの材料試験結果一覧

配 合	コンクリート強度				弾性係数 ($\times 10^4$)	グラウト強度 (kgf/cm^2)
	緊 張 時	載 荷 時	標準養生			
A (普通)	圧縮 508 引張 38.3	569 (16) 37.0	504 (46)	—	2.50 (46)	515(23)
B (軽量)	圧縮 403 引張 27.2	411 (49) 19.8	421 (49)	—	1.45 (49)	
C (普通)	圧縮 410 引張 —	425 (16) 33.9	430 (16)	—	2.18 (16)	

註：() 内は試験経過(日)を示す

後に行い、緊張後は直ちにグラウト注入を行った。緊張力はPC緊張材(鋼棒)に貼付したひずみゲージの値によって管理した。なお、緊張力を与えないNPCはりにもグラウト注入を行った。グラウト材の水セメント比は45%とし、グラウト用混和剤(PZ-GF1720)はセメント量の1%を添加した。また、プレストレスを導入した供試体はクリープ等による緊張力の減少を把握するため、緊張時から載荷時まで12時間毎に自動計測を行った。

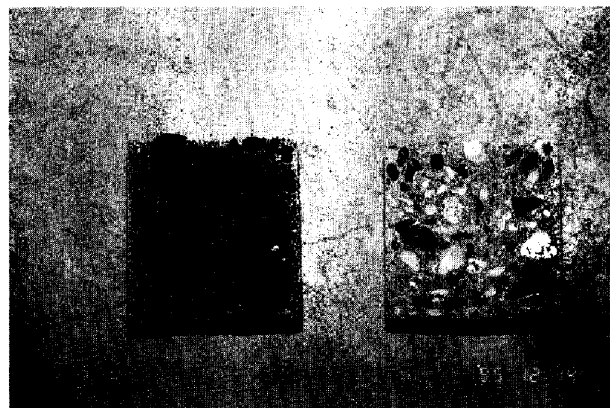
載荷方法は、スパン170cm、純曲げ区間40cmの1方向繰返し2点載荷とした。繰返し載荷の除荷点は、①鉄筋応力度 1800kgf/cm^2 (176Mpa)時の荷重、②鉄筋降伏時の荷重の2点とした。

§ 4. 実験結果と考察

4-1 材料試験結果

表－５にコンクリートの材料試験結果を示す。強度試験用の円柱供試体($\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$)は、はり供試体と同様に実験室内で気中養生したものであるが、ALAコンクリート(配合B)の引張強度は乾燥によって著しい強度低下を起こした。今回の実験では、緊張時から載荷時までの約3週間の室内乾燥で、引張強度は約30%も低下した。この時の引張強度は圧縮強度の約1/20であり、一般的なコンクリートの標準値よりも相当に低いことが示された。国分ら¹¹⁾は、ALAコンクリートの乾燥による引張強度の低下は、コンクリートの表面部だけが乾燥し内部は湿潤しているので、これら両部分の間の急激な湿度勾配が原因であるとしている。ただし、乾燥した表面部コンクリートが再び湿潤されれば、引張強度は著しく回復することも報告されている。写真－２に今回の引張試験直後のコンクリート割裂面の状況を示す。右側の普通骨材コンクリートは内部と表面部で同程度の乾燥状態であったが、左側のALAコンクリートの内部は表面部よりも明らかに湿潤状態であった。

実際、載荷直前に各はり供試体の初期ひび割れ状況を観察すると、ALAを用いたNPCはり供試体(LC-0)で



(左：軽量，右：普通)

写真－２ 人工軽量骨材コンクリートの引張試験直後の割裂面

表－６ 供試体断面応力度の経時変化

供 試 体		コンクリート ^{*1}		P C 鋼 棒 ^{*2}
		上 縁	下 縁	
NC-50 ^{**} (20)	緊張直後	-19	56	3560
	載荷直前	-44	67	3480
	増加応力度	-25	11	-80
NC-100 (21)	緊張直後	-36	112	6960
	載荷直前	-74	150	6720
	増加応力度	-38	38	-240
LC-50 (23)	緊張直後	-16	53	3780
	載荷直前	-27	61	3730
	増加応力度	-11	8	-50
LC-100 (24)	緊張直後	-30	101	7260
	載荷直前	-44	121	7020
	増加応力度	-14	20	-240

*1：符号は圧縮応力度がプラス、引張応力度がマイナス

*2：符号は引張応力度がプラス

*3：()内は緊張時から載荷時までの経過日数を示す

表－７ 鋼材の材料試験結果

種 類	規 格	(kgf/cm^2)			
		降 伏	引 張	弾性係数	伸 び
鉄筋(D10)	SD295	3,650	4,880	1.90×10^4	28.4%
PC鋼棒($\phi 17$)	C種1号	12,200	13,300	1.97×10^4	10.4%

は、乾燥収縮に伴って発生したと思われる微細なひび割れが、はり表面部に多数観察された。一方、普通骨材を用いたNPCはり供試体(NC-0)では、このようなひび割れは観察されず、この点がALAコンクリートの問題点の一つと思われる。PCはり供試体では、緊張力によって初期から上縁に引張応力が発生しているため、普通骨材はり・ALAはり両供試体ともに、載荷時には上縁に微細なひび割れが観察された。ただし、ALAはりのひび割れ本数は普通骨材はりの約2倍発生していた。

表－６に緊張直後から載荷直前までの断面応力度の経時変化を示す。ALAコンクリートの圧縮クリープ変形は、普通骨材コンクリートよりも一般に大きいとされるが、既

表-8 はりの載荷試験結果一覧

供試体	曲げひび割れ発生荷重	斜めひび割れ発生荷重 ^{*1}	鉄筋降伏荷重	破壊荷重	破壊形態	計算曲げ耐力 ^{*2}
NC-0	2.01	7.99	10.0	22.0	せん断	23.7
NC-50	6.00	14.0	14.5	23.9	せん断	
NC-100	9.97	19.0	20.0	24.2	せん断+曲げ	
LC-0	1.50	5.50	7.98	14.9	せん断	23.0
LC-50	6.02	13.0	14.5	20.7	せん断	
LC-100	10.0	17.0	20.0	22.6	せん断	
NC-0a	2.01	7.49	9.47	20.9	せん断	23.1
NC-100a	10.0	18.0	20.0	23.2	せん断+曲げ	

*1: せん断区間の軸方向鉄筋ひずみの値が急増した荷重

*2: 材料試験値を使用して計算した値

往の研究¹²⁾と同様、今回の実験ではそのような傾向は見られなかった。表-7に鋼材の材料試験結果を示す。

4-2 はりの曲げせん断挙動

はりの載荷試験結果を表-8に示す。今回の実験では、すべての供試体で引張鉄筋降伏前に明確な斜めひび割れの発生が観察された。ここで、斜めひび割れ発生荷重は図-4に示すように、はりのせん断区間における軸方向鉄筋の引張ひずみが急増した時の荷重とした。また、こ

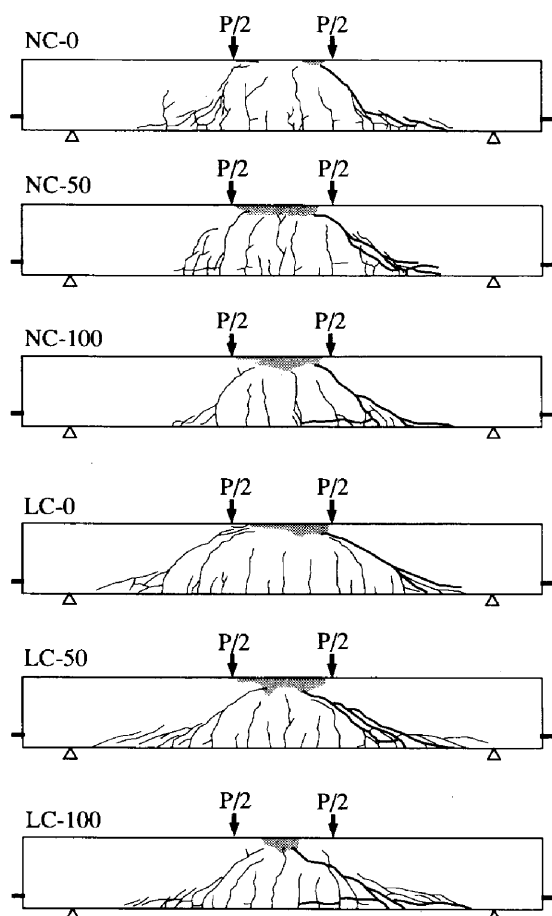


図-5 ひび割れ図

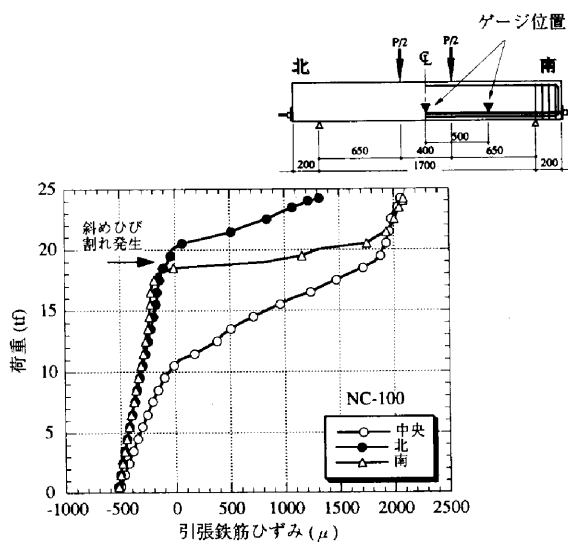
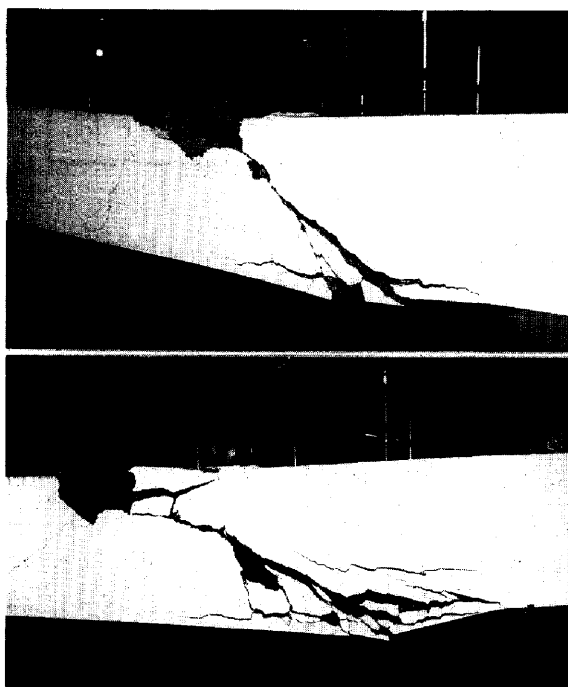
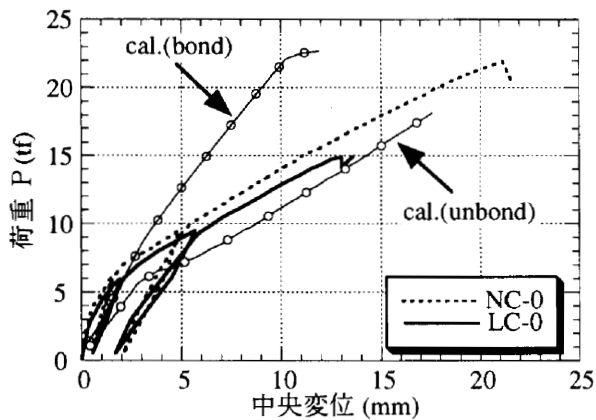


図-4 軸方向鉄筋ひずみの挙動の例 (NC-100)

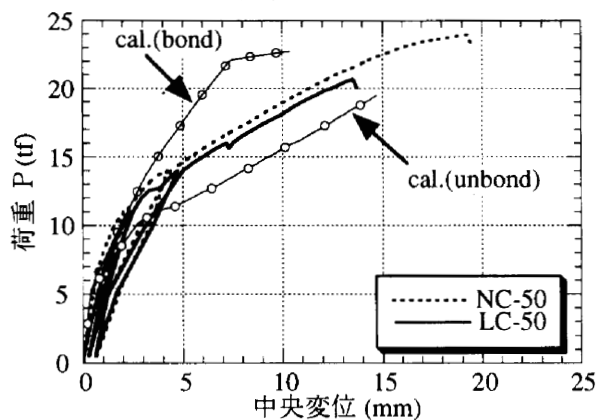


(上: NC-100 (普通), 下: LC-100 (軽量))

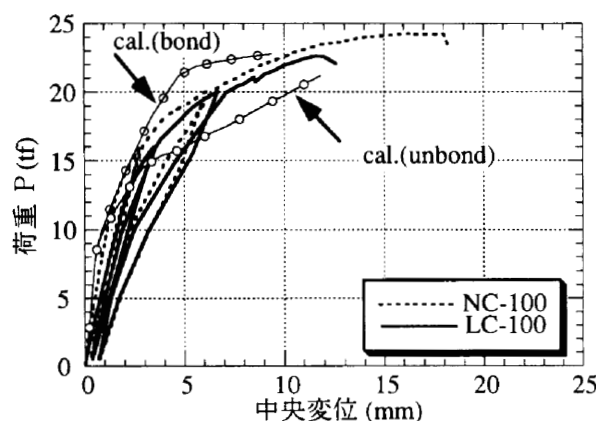
写真-3 PCはりの最終破壊状況



(a) NPCはり



(b) PCはり (50)



(c) PCはり (100)

図-6 荷重-変位曲線の実験値と計算値

の荷重は目視による斜めひび割れ発生とほぼ一致している。今回の実験では、供試体は斜めひび割れ発生後もある程度の荷重増加に耐えて、最終的には斜めひび割れ上部にあたるスパン中央部のコンクリートが爆裂音と共に圧縮破壊した。ただし、NC-100だけがコンクリートの圧壊直前にPC緊張材が降伏ひずみに達した。図-5に各供試体のひび割れ図を示す。また、写真-3にPCはり (NC-100, LC-100) の破壊状況を示す。

各供試体の荷重-変位関係を図-6に示す。また、図-6の (a) ~ (c) にはファイバーモデルによるALAはり

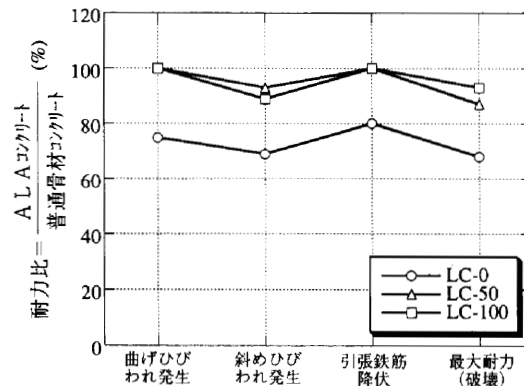


図-7 各状態における耐力の比較

の計算結果も示してある。ただし、ファイバーモデルによる計算値は、PC緊張材とコンクリートが完全付着と仮定した結果 (bond) と、PC緊張材とコンクリートの付着が全く無いと仮定した結果 (unbond) の2種類の計算結果を示した。また、計算値はコンクリートの圧縮縁ひずみが 3500×10^{-6} に到達した点で破壊と定義した。

図-6を通覧すると、実験値は初めbond計算値と等しいが、斜めひび割れ発生荷重付近からbond計算値と乖離し始め、その後はunbond計算値に漸近する挙動を示している。これは、実験に用いたPC緊張材が丸鋼であるため、付着強度が低いことによる影響である。ALAコンクリートを用いたNPCはり (LC-0) の終局荷重および変位の実験値は、ファイバーモデルによる計算値よりも相当に低くなっているが、これは実験が過早なせん断破壊となっているためである。同様に、ALAコンクリートを用いたPCはり (LC-50, LC-100) の終局荷重および変位の実験値は、bond計算値とunbond計算値の中間に位置しており、計算値はPCはりの曲げ変形挙動範囲を妥当に示していると思われる。

4-3 各限界状態における耐力の比較

図-7は、ALAはりの曲げひび割れ発生荷重から破壊荷重に至るまでの各状態における耐力の実験値を普通骨材はりのそれと比較したものである。

ALAはりの各状態における耐力は、NPCはりのLC-0ではNC-0の70%~80%程度であるが、PCはり (LC-50, LC-100) では90%~100%程度であった。ここで、LC-0の鉄筋降伏荷重が低下しているのは、斜めひび割れ位置の鉄筋がスパン中央部より早期に降伏したためである。表-5に示すように載荷時のALAはり普通骨材はりのコンクリート引張強度の比は約54%であったが、図-7に示す耐力比は、コンクリートの材料強度比ほどの違いは認められなかった。特に、PCはりではコンクリートの引張強度に影響されと思われる曲げひび割れおよび

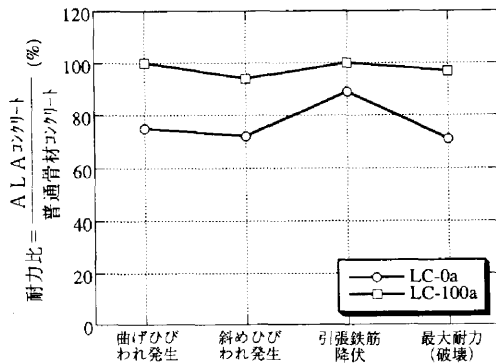


図-8 各状態における耐力の比較 (追加)

斜めひび割れの発生が、プレストレスを与えることで大幅に改善されている。したがって、ALAコンクリートの引張強度が普通骨材コンクリートよりも相当に低いという弱点は、PCはりでは無視できる程度の影響であることが明らかとなった。なお、図-7でALAはりの最大耐力が低下しているのは、最終破壊形態がコンクリートの圧壊で支配されているため、コンクリート圧縮強度の差が影響したものと思われる。

今回の実験では、コンクリートの目標強度を同じ 400kgf/cm^2 (39.2N/mm^2) に設定して配合設計したが、普通骨材コンクリート (配合A) が目標よりも約20%高めに強度発現したこと、普通骨材コンクリート (配合A) の材令による強度増加が予想以上に大きかったこと、およびALAコンクリート (配合B) の材令による強度増加がほとんど無かったこと等により、結果として載荷時の圧縮強度は両者で約 150kgf/cm^2 (14.7N/mm^2) の差が生じてしまった。そこで、配合Aの水セメント比を7%増加させた普通骨材コンクリート (以下、配合C) により、新たにNPCはり (以下、NC-0a) とプレストレスを 100kgf/cm^2 (9.80MPa) 導入したPCはり (以下、NC-100a) の2体を作製して追加実験を行った。

表-4にコンクリートの配合Cを、表-5に配合Cの材料試験結果をそれぞれ示す。配合Cの載荷時の圧縮強度は 425kgf/cm^2 (41.7N/mm^2) であり、ALAコンクリート (配合B) のそれと同程度の値となった。また、試験時の材令が配合Aと配合Cで異なるが、普通骨材の場合は乾燥による影響がALAよりも遙かに少ないため、コンクリート材令の違いが構造実験に与える影響は無いものと判断した。ただし、追加実験供試体 (NC-0a, NC-100a) のグラウト強度は約20%低いものとなっている。

図-8にALAはりの各状態における耐力を追加実験供試体と比較した結果を示す。コンクリート強度を同等にした場合でも、ALAコンクリートを用いたNPCはりの各

表-9 せん断耐力の実験値と計算値の比較

供試体	実験値 $V_{ci, exp}$	計算値 (tf)			
		$V_{ci, cal}$	exp/cal	$V_{cz, cal}$	exp/cal
NC-0	4.00	3.99	1.00	—	—
NC-50	7.00	5.39	1.30	6.99	1.00
NC-100	9.50	6.79	1.40	8.98	1.06
LC-0	2.75	3.58	0.77	—	—
LC-50	6.50	5.05	1.29	6.59	0.99
LC-100	8.50	6.30	1.35	8.58	0.99
NC-0a	3.75	3.62	1.04	—	—
NC-100a	9.00	6.45	1.40	8.62	1.04

耐力比は、最初の試験と同様、70~80%に低下していたが、ALAコンクリートを用いたPCはりの各耐力比は、より100%に近いものとなり、破壊耐力の差も少なくなることが示された。なお、NC-0aおよびNC-100aの各状態における耐力の実験値は表-8に示した。

4-4 せん断耐力の検討

せん断耐力の計算結果を表-9に示す。計算値 V_{ci} は式 (1) に示す土木学会コンクリート標準示方書⁷⁾ で規定されている算定式で計算したものである。ただし、材料強度およびデコンプレッションモーメント M_0 は実験値を使用し、有効高さ d はコンクリートの圧縮縁から緊張材と引張鉄筋の重心位置までの距離とした。また、材料係数や部材係数等の安全係数は全て1.0として計算した。

$$V_{ci} = 0.9 \beta_d \beta_p \beta_n (f'c)^{1/3} \cdot b d \quad (1)$$

ここに、 $f'c$: コンクリート圧縮強度 (kgf/cm^2)

b : はり断面幅 (cm), d : 有効高さ (cm)

$$\beta_d = (100/d)^{1/4} (\leq 1.5)$$

$$\beta_p = \{100(A_s + A_p)/bd\}^{1/3} (\leq 1.5)$$

$$\beta_n = 1 + 2M_0/M_U (\leq 2.0)$$

斜めひび割れ発生時の実験値 (せん断力) と計算値を比較すると、計算値はALAコンクリートを用いたNPCはり (LC-0) を除き安全側の評価を与えた。ただし、示方書ではALAコンクリートを用いたはりのせん断耐力は、式 (1) の70%とすることが規定されており、NPCはりでは現行の設計規準による評価が妥当であることが示された。しかし、PCはりでは式 (1) でせん断耐力を評価しても、ALAコンクリートは普通コンクリートと同等の安全度を有していた。したがって、本実験の範囲内では、ALAコンクリートをPCはりに使用した場合のコンクリートが分担するせん断耐力は、式 (1) の70%まで低減する必要は無いと思われる。

$$V_{C2} = V_{C1} (\beta_n = 1) + Mc/a \quad (2)$$

ここに、 Mc ：ひび割れ発生モーメント (kgf・cm)

a ：せん断スパン長 (cm)

また、PCはりのコンクリートが分担するせん断耐力を提案式 (2) で計算した結果も表-9に示した。 V_{C2} は式 (1) で $\beta_n = 1$ として計算した結果に、 Mc/a を直接加算したものである。ここに、 Mc/a はPCはりの純曲げ区間が荷重ゼロから曲げひび割れが発生するまでの増加せん断力を意味している。今回の実験では、式 (2) で普通骨材および人工軽量骨材を用いたPCはりのコンクリートが分担するせん断耐力を精度よく評価できることが明らかとなった。

§ 5. まとめ

現在の人工軽量骨材の性質を確認するとともに、それを用いたPCはりの曲げせん断実験を行い、人工軽量骨材のPC部材への適用性を検討した。以下に本実験の範囲で得られた主な結果をまとめる。

- (1) 現在市販されている一般的な人工軽量骨材は、工場出荷時に十分なプレウェッチングが施されており、その程度は骨材の自然吸水率以上のものであることが示された。
- (2) 人工軽量骨材コンクリートの圧縮強度は、同一水セメント比の普通骨材コンクリートよりも約10%低くなった。
- (3) 人工軽量骨材コンクリートの引張強度は乾燥により著しく低下し、今回の実験では、圧縮強度の1/20程度となった。
- (4) 人工軽量骨材コンクリートの乾燥による引張強度の低下が部材の力学的特性に与える影響は、プレストレスを導入していないはりでは認められるが、PCはりでは殆ど認められないことが示された。
- (5) 現行の土木学会コンクリート標準示方書による設計規準は、人工軽量骨材を用いたRCはりのせん断耐力を妥当に評価するが、人工軽量骨材を用いたPCはりのせん断耐力を過小評価する傾向が明らかとなった。
- (6) PCはりの変形挙動の実験値は、PC緊張材とコンクリートが完全付着と仮定したbond計算値と、PC緊張材とコンクリートとの付着が全く無いと仮定したunbond計算値の中間的な結果を示した。

謝 辞

本研究は、横浜国立大学工学部建設学科池田尚治教授

のご指導の下で行われたものであり、筆者の学位論文の一部を構成するものである。ここに、改めて深甚なる感謝の意を表します。また、実験を進めるにあたり、横浜国立大学山口隆裕助手ならびに森下豊技官のご協力を賜った。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 池田尚治, 河野広隆, 手塚正道：高強度化はPC構造物をどう変えるか, セメントコンクリート, No.546, pp.100-111, 1992.
- 2) 池田尚治, 河野広隆：高強度コンクリートを用いた部材の特性, コンクリート工学, Vol.32, No.7, pp.33-36, 1994.
- 3) 例えば, 小池 晋, 高松良晴, 宮坂慶男, 池田良雄：総武本線荒川東高架橋の設計施工—人工軽量骨材コンクリートを用いたブロック工法によるPC高架橋—, コンクリートジャーナル, Vol.6, No.6, pp.27-40, 1968.
- 4) S.Ikeda：Development of Lightweight Aggregate Concrete in Japan, Proc. of International Symposium on Structural Light-weight Aggregate Concrete, NORWAY, pp.42-51, 1995.
- 5) 藤木英一：軽量骨材, コンクリート工学, Vol.34, No.7, pp.26-28, 1996.
- 6) 古川孝雄：骨材産業の今後のあり方について, コンクリート工学, Vol.34, No.7, pp.8-12, 1996.
- 7) 土木学会：コンクリート標準示方書 (平成3年版) 設計編, 1991.
- 8) 伊藤忠彦, 鈴木宣政, 山口隆裕, 池田尚治：人工軽量骨材を用いたPCはりの曲げせん断挙動, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.18, No.2, pp.1133-1138, 1996.
- 9) 人工軽量骨材協会：高強度コンクリート—高強度人工軽量骨材コンクリートの基礎的性質について—, 人工軽量骨材コンクリート技術資料, No.5, 1988.
- 10) 池田尚治, 山口隆裕, 武山 信：早期判定試験によるコンクリート強度の合理的品質管理方法について, セメント技術大会講演集, Vol.49, pp.604-609, 1995.
- 11) 国分正胤, 小林正几, 岡村 甫, 山本泰彦：軽量骨材コンクリートにおける問題点について, 土木学会コンクリートライブラリー, Vol.24, pp.1-13, 1969.
- 12) 友沢史紀, 梶田佳寛, 田中 齊, 安田正雪：人工軽量骨材コンクリートの中性化とクリープ性状, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.8, pp.361-364, 1986.