

最近の軽量骨材の動向

太平洋セメント株式会社 研究本部 清澄研究所
高性能軽量コンクリート市場開発グループ リーダー

榎 木 隆
(とちぎ たかし)

1. はじめに

1964年人工軽量骨材の製造販売が開始され、同年10月に建設省住宅局建築指導課長通達180号「人工軽量骨材を使用する鉄筋軽量コンクリート造構造基準」が刊行されて以来、人工軽量骨材は急速に普及した。また、近年都市部への人口集中の傾向は著しく、これに伴い特に東京周辺では、商業用や居住用の建物はますます高層化し、さらに、新たな土地の開発のため、数多くのウォーターフロントプロジェクトが企画され、軟弱な地盤条件のもとに計画される構造物の例が増加した。その結果、人工軽量骨材を用いた軽量コンクリートは、構造物の自重低減、また製品の運搬や設置といった施工時における負荷低減などを目的として、その有用性を広げていった。

しかしながら最近では、バブル崩壊による経済事情の悪化により、主たる用途であった高層事務所建築物の建設が停滞していることなどを主要因として、1993年以降軽量骨材の出荷量は落ち込んできているのが現状である。

このため、軽量骨材メーカーはこれまでの用途以外にも新たな分野を目指して、さらなる軽量化・高耐久化などへの期待に応えるべく、新商品の開発に注力している。

本報告では、その一例として最近開発された高性能軽量骨材に関し、その特性ならびに用途について述べる。

2. 高性能軽量骨材の性能

人工軽量骨材は、製造方法によって造粒型と非造粒型の2種類に大別される。人工軽量骨材は開発当初から非造粒型が大半を占めており、現在に至っても使用実績は多い。表. 1に市販の非造粒型人工軽量骨材の物性の一例を示す。この軽量骨材の密度は、天然骨材に比べると1/2程度（粗骨材の場合）と軽量化されている。しかし、内部構造が連通した多孔質であることから、水に接すると表面の毛細管を通じて内部に水が浸透し、吸水率が非常に高いことが知られている。このような軽量骨材を絶乾あるいは気乾状態でコンクリートとして練り混ぜた場合、コンクリート中の水が骨材に吸水され、スランプの経時変化が大きいことや、ポンプ圧送時の閉塞を招くなど、施工性を低下させる恐れがある。また、プレウエッティングした骨材の出荷時の含水率は、粗骨材で20%以上、細骨材で10%以上と非常に大きく、含水率の小さ

表. 1 非造粒型人工軽量骨材の物性¹⁾

骨材の種類	粗骨材	細骨材
絶乾密度(g/cm ³)	1.25	1.68
24時間吸水率(%)	9.7	9.8
出荷時吸水率*1(%)	28	16

*1: 焼成後、強制吸水させた場合の吸水率

表. 2 造粒型高性能軽量骨材の物性

骨材の種類	粗骨材	
絶乾密度(g/cm ³)	0.85±0.1	1.2±0.1
24時間吸水率(%)	5.0以下	3.0以下

い普通骨材に比べると、凍結融解抵抗性を低下させる場合が考えられる。

このため、最近では造粒型の軽量骨材で、内部は微細な独立気孔が均質に分散、形成された高性能軽量骨材（商品名：「アサノスーパーライト」太平洋セメント(株)製）が開発された²⁾³⁾。表. 2にその基本的物性の一例を示す。従来の軽量骨材と比べてさらに絶乾密度が小さいため、コンクリートの単位容積質量をより軽減できる。また、吸水率も非常に小さくなっているため、コンクリート練混ぜ時にプレウェットングを行わずに使用でき、コンクリートの耐久性も改善される。

以下に高性能軽量骨材を使用したコンクリートの特性について具体的に説明する。

3. 高性能軽量骨材を用いたコンクリートの特性

3.1 配合およびフレッシュ性状

高性能軽量骨材は、造粒型のため形状は球形で、流動性の優れたコンクリートを得るのに適している。しかしその反面、通常のコンクリート配合のまま流動性を高めたり、過剰な振動締固め成形を行なったりすると骨材が浮き上がり、材料分離を引き起こしやすいという点を注意しなければならない。その対策として、低水結合材比（通常、水結合材比30～40%、結合材量375～500kg/m³程度）とし、混和剤には高性能 AE 減水剤を使用することで、モルタル部の粘性が高まり、骨材分離が抑制されて均質なコンクリートを製造できる。使用骨材の選定例および配合例を表.3、表.4に示す。粗骨材として、密度0.85と1.2の2種類、また細骨材として各種軽量骨材や普通細骨材を適宜組み合わせることにより、単位容積質量および強度の異なる各種軽量コンクリートを製造することができる。

表.3 使用骨材の選定例

コンクリートの種類	使用骨材の種類		単位容積質量 (t/m ³)
	粗骨材	細骨材	
軽量一種	軽量1.2	普通細骨材	1.8程度
	軽量0.85		1.65程度
軽量二種	軽量1.2	軽量細骨材+普通細骨材	1.4～1.6
	軽量0.85		1.1～1.5

表.4 高性能軽量コンクリートの配合例

単位容積質量 (t/m ³)	目標	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				SP ⁴⁾ (C%)	圧縮強度 標準28日 (N/mm ²)		
				W	C ¹⁾	S				G	
						普通	軽量			軽量 (0.85)	軽量 (1.2)
1.8	スラブ	30	44	154	513	724	-	-	428	0.9	64.6
		35	45	154	440	767	-	-	437	0.8	58.9
		40	46	154	385	805	-	-	440	0.7	52.0
1.5	18cm	30	45	150	500	225	244 ²⁾	-	427	0.7	54.1
		35	46	150	429	239	259 ²⁾	-	433	0.6	48.3
		40	47	150	375	250	271 ²⁾	-	437	0.45	43.6
1.3 ～ 1.2	空気量 5.5%	32	45	150	469	-	340 ³⁾	316	-	0.7	42.9
		35	46	150	429	-	355 ³⁾	316	-	0.55	40.8
		40	47	150	375	-	372 ³⁾	319	-	0.5	37.3

*1 早強ポルトランドセメント *2 表乾密度;1.22g/cm³ *3 表乾密度;1.17g/cm³

*4 ホリカルボン酸系高性能 AE 減水剤(太平洋セメント(株)製「コアフロー NP-55」)

3.2 力学特性

高性能軽量骨材を使用した各種軽量コンクリートは、骨材の圧壊強度が高いため、従来の軽量コンクリートと比較して高い強度を得ることができる。ただし、高強度化を図った場合でも、普通コンクリートと比較して、圧縮強度に対する引張や曲げ強度の割合はそれほど増大しない。

また、コンクリートのヤング係数は、圧縮強度および単位容積質量と極めて密接な関係があり、強度が一定のときヤング係数はコンクリート単位容積質量に依存し、高性能軽量コンクリートにおいてもこの関係がほぼ成立するため、ヤング係数は単位容積質量の低下とともに低下する²⁾。

3.3 耐久性（凍結融解抵抗性）

一般に軽量骨材コンクリートは、骨材を介してコンクリート中に持ち込まれる水分が凍結融解抵抗性を低下させることが知られている。

高性能軽量骨材は、従来の軽量骨材と比較して吸水率が低く、また絶乾状態で使用できるため、耐凍害性に優れたコンクリートを得ることができる²⁾。

4. 高性能軽量骨材の用途例

高性能軽量骨材を用いた軽量コンクリートは、従来の軽量コンクリートに対してより軽量化・高強度化が可能であり、かつ高耐久性を有している。これらの特長を活かすことにより、従来のコンクリートでは対応できなかった分野、用途を含めて様々な適用分野が考えられる。その具体例を表5に示す。

表5 高性能軽量骨材の用途例³⁾

用途		ASL使用によるメリット	
土木	現場打設	橋梁(上部工)	・下部工、基礎の負荷低減 ・高耐久化
		海洋構造物(浮体構造物など)	・自重低減により特に浮体構造物に有効 ・高耐久化
		増厚・拡幅、耐震補強	・自重増加を低減出来るため既存基礎部の補強を最小限に押さえられる ・高耐久化
	製品	PC桁・ボックスカルバート・セグメント・道路・鉄道・水路・電路用製品・護岸・造園用製品など	・輸送積載量が増加し、運搬効率が良くなる ・より小型の重機での施工が可能となり作業効率が向上する ・高耐久化
建築	現場打設	スラブ	・躯体、基礎の負荷低減
		柱・梁	・基礎の負荷低減 ・高耐久化
	製品	カーテンウォール	・超軽量、高強度、高耐久性(耐凍害・耐塩害)により従来品と差別化できる
		PCa耐震壁	・変形能力が高く、主要構造部の致命的損傷を防止できる ・既存構造物の基礎部の負荷を最小限に押さえることができる ・設置および撤去作業が容易である
		住宅用PCa布基礎 各種PC製品用ユニット エクステリア製品	・施工能力の向上 ・寒冷地仕様の製品が実現できる ・より小型の重機(または人力)での施工が可能となり作業効率が向上する ・高耐久化
その他	水処理材	・水に浮き、かつ適度な浄化作用がある	
	水耕栽培用骨材・化粧骨材	・適度な吸水のため植物の根が腐らない ・着色による化粧性もある	
	アンカー増量材	・軽く骨材強度がありコストパフォーマンスが高い	

5. おわりに

高性能軽量コンクリートは、従来の軽量コンクリートの常識であった骨材の吸水特性ならびに強度特性から生じる施工性、耐久性、耐荷性能への問題点を解消できる材料として、大きな期待が寄せられている。今後、さらなる用途拡大を視野に入れ、軽量骨材の品質およびそれを用いた軽量コンクリートの研究開発に力を注ぎ、さまざまなニーズに応えていく必要があるものとする。

参考文献

- 1) 太平洋セメント(株)：構造用人工軽量骨材アサノライト技術資料
- 2) 岡本享久・石川雄康・榎木 隆・笹嶋昌男：高性能軽量コンクリート，コンクリート工学，Vol.37, No.4, 1999.4
- 3) 岡本享久・笹嶋昌男：高性能軽量骨材，TAIHEIYO CEMENT TECHNICAL INFORMATION CEM'S ② May. 1999