

論文 中国産人工軽量骨材を使用したコンクリートの物性

九々 正武^{*1}・坂口 昇^{*2}・木村 薫^{*3}

要旨：最近開発された中国産人工軽量骨材（絶乾密度0.79と1.27）を使用したコンクリートの強度等物性は、気乾単位容積質量が1.2~1.8t/m³の範囲で圧縮強度32~63N/mm²、引張強度2.2~4.3N/mm²、静弾性係数1.2~2.6×10⁴N/mm²の値が得られた。使用した中国産人工軽量骨材の特徴は、形状が角張った碎石状で、吸水率が1.8~2.5%である。また、コンクリートの特徴は、調合において単位水量が145~155kg/m³と少なく、目標単位容積質量は自在に変化させることが可能であり、ワーカブルなコンクリートとなっている。一方、硬化コンクリートは圧縮強度が高く、高強度コンクリートへの適用も可能である。

キーワード：中国産人工軽量骨材、軽量コンクリート、超軽量コンクリート

1. はじめに

人工軽量骨材の国内生産が始められておよそ35年ほど経過しており、最盛期には国内生産が間に合わないほどだったと伝えられている。しかし、その需要量も1990年代前半から減少傾向にあります。

しかしながら建造物の軽量化は耐震設計や外断熱工法およびエコマテリアルの観点から、今や必修条件とも言えるほど定着しつつあり、必ずや需要の拡大とさらなる品質の向上が望まれ、将来が期待できるものと考えられる。

筆者らは軽量骨材でも、とりわけ絶乾密度が1.0以下のいわゆる超軽量骨材の開発とそれを使用した超軽量コンクリートの開発および実用化を図ってきたが、この超軽量骨材の生産に要する原材料の加工などのエネルギーコストは市販の普通軽量骨材に比べかなり割高で、採算ベースに乗せるには量販などに頼る考えのほかなかったのが現状である。

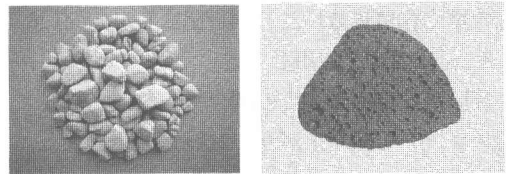
このような中、次世代の人工軽量骨材としてローコストで安定した品質と供給が可能な骨材を模索してきたところ、ここに中国黄河流域の堆積粘土系を原材料とした人工軽量粗骨材が試

作された。本論ではこの中国産軽量骨材を用いた軽量コンクリートの基礎的な性状について述べるものである。

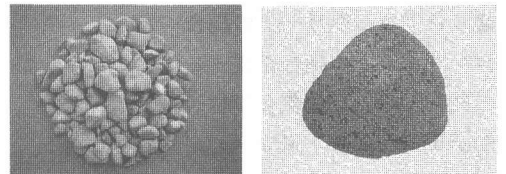
2. 軽量コンクリートの性質

2.1 使用材料

中国産軽量粗骨材（NLL・NLG）の外観と断面の状態を写真-1に示す。この軽量骨材は碎石状に角張っているのが特徴である。



NLL（絶乾密度 0.79）



NLG（絶乾密度 1.27）

写真-1 軽量骨材の外観と断面

※1 清水建設（株）建築本部技術開発部（正会員）
 ※2 清水建設（株）建築本部技術開発部 工博（正会員）
 ※3 （株）ネオマテリアル（正会員）

表-1 使用材料

種類	呼称・適用	単容質(t/m ³)	実績率(%)	絶乾密度	吸水率(%)	粗粒率(FM)
水	地下水(W)	-	-	-	-	-
セメント	早強ポルトランド(C)	-	-	3.14	-	-
粗骨材	NLL:5~15mm(L)	0.448	56.7	0.79	2.5	6.22
	NLG:5~15mm(G)	0.724	57.0	1.27	1.8	6.31
細骨材	普通砂:5mm以下(S)	1.480	56.9	(2.64)	1.5	2.89
	超軽砂:5mm以下(M)	0.410	54.7	0.75	2.1	1.38
混和剤	高性能減水剤(K)	ポリエーテル系高性能減水剤				
	空気量調整剤(A)	アニオン系表面活性剤				

表-1に使用材料を示す。

表中のNLLとNLGが中国産人工軽量粗骨材である。

細骨材は普通砂と人工軽量砂を使用した。また、表中の普通砂は表乾密度を示す。

表-2 調合条件

目標気乾単位容積質量(t/m ³)	人工軽量粗骨材の種類	目標空気量(%)	スランプ(cm)	単位水量(kg/m ³)
1.2	L	5	21 (練り上がり)	155 以下
1.4				
1.6	G			
1.8				

2.2 調合条件

コンクリートの調合条件を表-2に示す。コンクリートの目標気乾単位容積質量を1.2~1.8 t/m³とし、水セメント比は32~46%、細骨材率は42~48%の範囲で練り混ぜ状態を見て調整した。

人工軽量粗骨材の種類はコンクリートの目標気乾単位容積質量1.2, 1.4t/m³にLを、同1.6, 1.8t/m³にはGを使用した。

目標空気量はすべての調合で5±1.5%とし、同スランプも練り上がりで21cmとした。また、単位水量は155kg/m³以下とした。

2.3 コンクリートの調合

コンクリートの調合を表-3に示す。調合記号の12C350は、12が気乾単位容積質量1.2t/m³、C350が単位セメント量350kg/m³を示している。

単位水量はそれぞれの目標気乾単位容積質量の水準で同一としているが、軽量粗骨材および同細骨材がほぼ絶乾状態なので、あらかじめ骨材の瞬間吸水量を単位水量に加えてコンクリートを練り混ぜているが、水セメント比の変化や強度等への影響は少ないものと考えられる。

なお表中の単位水量に瞬間吸水量は含まれていない。また、単位セメント量は目標気乾単位容積質量1.2, 1.4t/m³で350, 400, 450kg/m³とし、同1.6, 1.8t/m³で340, 390, 440kg/m³とした。

細骨材の普通砂とあるのは砕砂、陸砂で、超軽砂はガラス系、フライアッシュ系のものを使用している。普通砂および超軽砂はその増減によってコンクリートの気乾単位容積質量をコントロールしているが、1.8t/m³では普通砂のみの調合となっている。

粗骨材は目標気乾単位容積質量が同一水準で使用量を一定としているが、これは粗骨材量によるコンクリート強度への影響がなるべく小さくなるように配慮したものである。

高性能減水剤は単位セメント量×0.7~0.9%の範囲、空気量調整剤は3A~8A(1A=C*0.006%)の範囲で適宜使用とした。

2.4 フレッシュコンクリート

フレッシュコンクリートの性質を表-4に示す。コンクリートの練り混ぜは100リットルの