

III-811

流動した気泡モルタルの材料特性

日本下水道事業団 桑山 明夫 窪 宗昭
 (株) 銭 高 組 正会員 高津 忠 窪 博秋
 同 上 正会員 〇原田 尚幸 小林 恵一
 小野田セメント(株) 正会員 関口 昌男 山本 晃一

1. はじめに

近年、軽量盛土材としても利用されている気泡モルタルは、流動性の良い材料であるため広い現場で打設位置を固定し施工を行っても、順次隣接範囲に拡がっていき所定の範囲内に構造物を築造することが可能となる。しかしながらこの時の気泡モルタルには、圧送ホース吐出口からの流動距離の延長に従う気泡の分離・消泡、さらに時間経過に伴う流動性の変化などにより気泡の不均一部分が発生することが予想される。

本報告では、比較的均一となる材料特性が確保できる許容流動距離を把握することを目的に行った打設実験結果について報告する。

2. 実験方法

実験に用いた気泡モルタルの配合を表-1に、土槽の概要を図-1に示す。土槽は屋外の地盤上(自然勾配 $\theta = 0.86^\circ$)に型枠を設置したものであり、内側には気泡モルタルの漏出防止対策としてビニールシートを敷設した。実験は、土槽端部中央に圧送ホース吐出口($\phi 2\text{-in}$)を下向きに固定し、片押し状態で 6m^3 の気泡モルタルを打設速さ 200 t/min で連続的に打設した。打設時の吐出口は、気泡モルタル打設面の上昇とともに引上げ、常に打設面直上 5cm 以内を保持した。

材料特性把握のための試験は、①生比重試験(ρ_t)②フロー試験③軸圧縮試験($\phi 5 \times 10\text{cm}$)の3項目とし、合わせて流動状況の経時変化も調査した。表-2に試験条件を、図-2に試料サンプリング地点を示す。サンプリングは、各サンプリング地点到達時には流れてきた気泡モルタルの先端部分を、打設終了時には各サンプリング地点でその表面を柄杓ですくう方法とした。また、打設3日後には0、10、20m地点においてブロックサンプリングを行い、深さ方向の乾燥密度(ρ_d)変化を調べた。

3. 実験結果および考察

3.1 流動状況の経時変化 図-3に流動状況の経時変化を示す。気泡モルタルの流動速度は、最初の5m地点までは 1.2m/min であるが、それ以降は減速し 0.6m/min で順次拡がっている。一方、ブロックサンプリングの際に、白い気泡の骨格のみが残った薄層が10m地点(☆印)まで発生しているのが見られ、この層を境に厚さ $15\sim 20\text{cm}$ の上層部が簡単に剥がれた。気泡層の発生は、打設方法によるものと思う。今回採用した直上の打設方法では巻き込

表-1 気泡モルタル配合表

W/C (%)	ρ_t (g/cm^3)	q_w (kgf/cm^2)	70-値 (mm)	気泡量 (%)	単位使用量 (kg/m^3)			
					セメント	水	細砂	起泡剤
85	0.85	5.0	180 ± 20	53.2	191	163	573	2.23

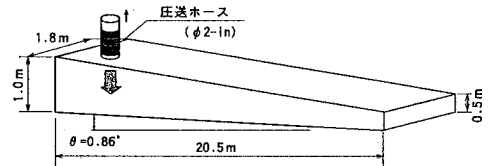


図-1 実験土槽概要

表-2 試験条件

		0m		5m		10m		15m		20m	
		ρ_t	70-値	ρ_t	70-値	ρ_t	70-値	ρ_t	70-値	ρ_t	70-値
(I) 気泡モルタル到達時	A	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	B	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	C	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
(II) 打設終了時	A	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	B	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	C	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

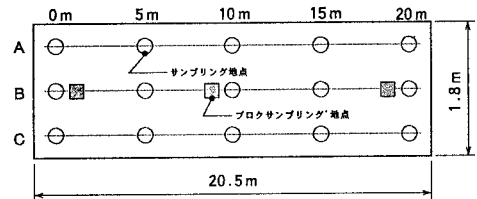


図-2 サンプリング位置

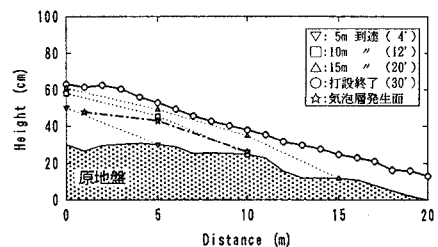


図-3 流動状況の経時変化

みエアと起泡剤とが気泡モルタル内で再発泡し、そこで生成された気泡が側方に流動し、その後分離して薄層となったものと考えられる。

3.2 気泡モルタルの材料特性 各々の試験は図-2に示すA、B、C-lineの各地点で実施したが、ここでは主に土槽中央部のB-lineの試験結果について述べる。

1) 流動距離と材料特性値 図-4に流動距離と各特性値の関係を示す。サンプリング地点到達時の生比重(ρ_i)、フロー値、一軸圧縮強度(q_u)には、流動距離の延長にしたがって低下する傾向が見られる。生比重および一軸圧縮強度の低下は、気泡モルタルが材料分離を起こしながら流動したためであり、材料の分離現象は流動することにより助長されたと考えられる。サンプリングを行った流動先端部は、この現象が顕著に現れた箇所である。打設終了時の生比重は、15m地点まで吐出口の生比重と同等であり流動による低下現象はみられない。しかし、型枠接部の20m地点では到達時の生比重とほぼ一致している。これは砂粒が分離した気泡モルタルの流動先端部が、型枠接部に押し出されてリフトアップするような状態で堆積したためである。他方、フロー値の減少は、気泡モルタルの硬化に伴う現象であろう。

2) 一軸圧縮応力と軸ひずみ 0、10、20m地点到達時に採取した試料の一軸圧縮応力と軸ひずみの関係を図-5に示す。一軸圧縮強度は、5.3kgf/cm²(0m)から2.0kgf/cm²(20m)へと流動距離に比例して低下しており、それに伴い破壊形態も変化している。吐出口である0m地点(材料分離していない状態)では、脆性破壊と延性破壊の中間的な破壊傾向を示しているが、その他の地点(徐々に分離が進行している状態)では、延性破壊が認められた。これより気泡モルタルの流動先端部の物性は、流動により著しく変化していると考えられる。

3) 深さ方向の乾燥密度(ρ_d)分布 多孔質で吸水性のある硬化した気泡モルタルのような試料の密度試験は困難であるが、ここでは珪砂7号($\rho_d=1.35$ g/cm³、変動係数=0.7%)を用いて測定を行った。図-6にブロックサンプリングした流動距離別の深さ方向の乾燥密度分布状況を示す。0m地点の乾燥密度の分布状況は、深さ20cm程度まではバラツキも少なく均質な状態であるが、それ以深では増加現象が見られた。これはサンプリング地点が吐出口直下ということもあり打設圧力の影響により材料分離が助長されたためと思う。目視観察においても下層部では、砂粒が多くみられ上層部との構成成分に違いが現れていた。一方、10、20m地点では、深さ方向に増加傾向がみられたが、変動係数はいずれも10%程度であり、材料分離に関して特に問題はないと考える。したがって、構造的に弱点になるのは、型枠接部近傍の表面部分だけと考えられる。

4. おわりに

気泡モルタルの材料特性すなわち品質は、打設方法および流動の影響を受け劣化するが、これは外界との接触でダメージを受ける流動先端部に顕著に起こり、最終的には型枠接部近傍の表面部分に現れる。ゆえに、実施工においては、この弱点となる型枠接部近傍の表面部分を取り除く必要がある。

今後、気泡モルタルの打設方法と品質の関係については、さらに試験施工等で確認を行う必要がある。

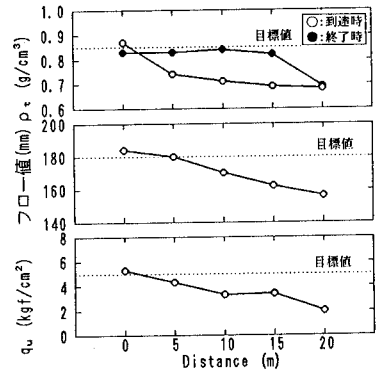


図-4 流動距離と各特性値

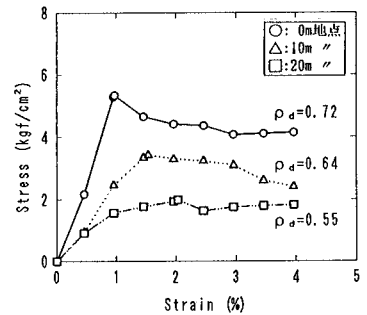


図-5 一軸圧縮応力～軸ひずみ関係

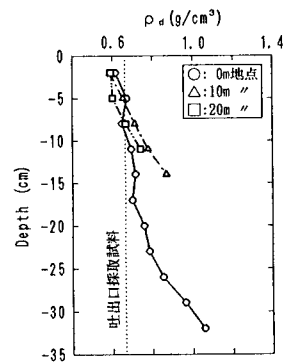


図-6 流動距離別の深さ方向 ρ_d 分布