

공기오름식물밀퇴적물채취기제작에서 고려하여야 할 몇가지 인자들에 대한 연구

허응룡, 박정학

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《바다밑에 있는 자원도 전망성있게 개발리용하기 위한 대책을 세워야 하겠습니까.》

(《김정일선집》 증보판 제11권 40페이지)

공기오름식물밀퇴적물채취기는 해저광물채취를 위한 주요설비의 하나이다.[3, 4] 공기오름식물밀퇴적물채취의 원리는 광액오름관안에 압축공기를 불어넣는 방법으로 관속에 있는 혼합류체(퇴적물+물+공기)의 밀도가 바다물의 밀도보다 작아지게 하여 물밀의 퇴적물을 물면위로 끌어올리는것이다.

론문에서는 공기오름식물밀퇴적물채취기를 제작할 때 고려하여야 할 몇가지 인자들의 영향을 밝혔다.

우리가 제작하려는 공기오름식물밀퇴적물채취기는 재료가 폴리에틸렌인 광액오름관(직경 50mm)과 압축공기주입관(직경 20mm), 압축기 등으로 구성되여있다.(그림)

1) 혼합류체의 흐름속도

일반적으로 퇴적물립자는 중력에 의하여 일정한 속도로 매질속에서 가라앉는다. 만일 반대방향으로 퇴적물립자의 침강속도보다 빠른 속도의 물흐름을 주면 퇴적물립자는 가라앉지 못하고 떠오른다.[1, 2] 그러므로 공기오름식물밀퇴적물채취기를 리용하여 물밀퇴적물을 물면위로 끌어올리자면 광액오름관에서 퇴적물립자들의 침강속도보다 더 빠른 물흐름속도를 보장하여야 한다.

퇴적물은 각이한 밀도와 크기를 가진 여러가지 광물립자들로 이루어진 혼합물이다. 각이한 밀도와 크기를 가진 개별적인 광물립자들의 침강속도는 다음의 식으로 계산한다.[3]

$$v_s = \frac{1}{18} \frac{\rho_s - \rho_f}{\eta} d^2 g \quad (1)$$

$$v_A = \left[\frac{4}{225} \left(\frac{\rho_s - \rho_f}{\rho_f} \right)^2 \frac{\rho_f}{\eta} d^3 g^2 \right]^{1/3} \quad (2)$$

$$v_N = \left[3 \left(\frac{\rho_s - \rho_f}{\rho_f} \right)^2 dg \right]^{1/2} \quad (3)$$

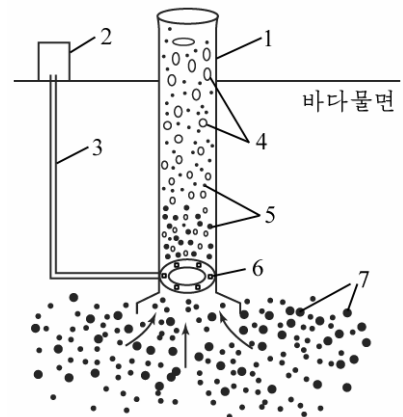


그림. 공기오름식물밀퇴적물
채취기의 원리도

1-광액오름관, 2-압축기, 3-압축
공기주입관, 4-공기방울, 5-광물
립자, 6-공기류출구, 7-퇴적물

여기서 v_S , v_A , v_N 은 각각 층흐름상태, 파도흐름상태, 막흐름상태에서 광물립자의 침강속도(m/s), ρ_S 와 ρ_f 는 각각 광물립자와 매질의 밀도(kg/m³), η 는 매질의 점도(N/m²·s), g 는 중력가속도(9.8m/s²), d 는 광물립자의 크기(m)이다.

위의 식들을 리용하여 각이한 밀도와 크기를 가지는 일부 광물립자들의 침강속도를 계산한 결과는 표 1과 같다.

표 1. 일부 광물립자들의 크기에 따르는 침강속도(m/s)

립자크기/mm	사금	철망간중석	자철광	석류석	석영
0.01	8.7×10^{-4}	3.3×10^{-4}	2.136×10^{-4}	1.534×10^{-4}	0.93×10^{-4}
0.05	2.19×10^{-2}	0.8×10^{-2}	0.53×10^{-2}	0.30×10^{-2}	0.23×10^{-2}
0.1	7.72×10^{-2}	3.979×10^{-2}	2.92×10^{-2}	2.35×10^{-2}	1.698×10^{-2}
0.5	0.386	0.199	0.147	0.118	0.085
1	0.770	0.398	0.292	0.238	0.169

실례로 1mm이하의 사금립자를 채취하기 위하여서는 혼합류체의 흐름속도를 0.770m/s 이상으로 보장하여야 한다.

2) 압축세기

물밀퇴적물을 채취하기 위하여서는 반드시 물깊이에 해당한 세기만 한 압축공기를 광액오름관안으로 불어넣어야 한다.

일반적으로 물깊이 10m당 0.1MPa의 압력이 작용하므로 100m의 물깊이에서 퇴적물을 채취하려면 압축세기가 1MPa이상인 압축기가 있어야 한다.

3) 퇴적물의 량

압축공기주입량에 따르는 퇴적물의 처리량은 광액의 밀도와 관계되며 광액의 밀도는 광액오름관안에서 퇴적물과 물의 고액비에 관계된다.

실례로 퇴적물의 기본조성을 석영(석영의 밀도 2 700kg/m³)이라고 할 때 광액의 밀도를 계산한 결과는 표 2와 같다.

표 2. 몇가지 고액비에 따르는 광액의 밀도

고액비	1 : 3	1 : 5	1 : 10	1 : 20	1 : 30	1 : 40	1 : 50	1 : 60	1 : 70
밀도/(kg·m ⁻³)	1 425	1 283	1 154	1 081	1 055	1 040	1 033	1 028	1 024

고액비가 1 : 10일 때 광액의 밀도는 1 154kg/m³이므로 20m의 깊이에서 물면으로부터 5m 높이까지 끌어올릴수 있는 류체혼합물의 량은 물깊이 20m에서의 광액의 체적 : 공기체적의 비(17.33 : 7.67)에 관계된다. 즉 압축기(0.2MPa, 135L/min)로 20m 깊이에서 끌어올릴수 있는 퇴적물의 량은 공기량의 2.26배인 305L/min으로서 약 5t/h이다.

4) 퇴적물흡입구의 질량

공기오름식물밀퇴적물채취기는 작업과정에 광액오름관을 통하여 류체혼합물을 빠른 속도로 끌어올리기때문에 퇴적물흡입구의 질량이 작으면 퇴적물흡입구가 바닥으로부터 들리울수 있다.

광액오염관안을 통하여 류체혼합물이 위로 올라갈 때 퇴적물흡입구에서는 상승힘이 생긴다. 이 힘의 크기는 류체혼합물과 벽사이에 작용하는 마찰력과 같다.

실례로 압축기(0.2MPa, 135L/min)로 20m 깊이에서 약 5t/h만 한 퇴적물을 끌어올릴 때 퇴적물흡입구가 들리지 않도록 하기 위한 한계질량은 12kg이다.

맺 는 말

해저광물표사채취의 기본설비의 하나인 공기오염식물밑퇴적물채취기는 혼합류체의 흐름속도, 압축세기, 퇴적물의 량, 퇴적물흡입구의 질량과 같은 여러가지 인자들을 고려하여 제작하여야 한다.

참 고 문 헌

- [1] 김일성종합대학학보(자연과학), 60, 8, 138, 주체103(2014).
- [2] B. A. Wills et al.; Mineral Processing Technology, Pergamon Press, 215~254, 1981.
- [3] Xianming Zhang; Environment Science & Technology, 46, 397, 2012.
- [4] 许肖梅; 海洋技术概论, 科学出版社, 130~146, 2000.

주체105(2016)년 7월 5일 원고접수

Some Factors in Manufacturing the Bottom Sediment Sampler by using Air-up Warding Flow

Ho Ung Ryong, Pak Jong Hak

This sampler is an important equipment for sampling the sea-floor mineral. The principle of this sampler is to pull the sediment of sea floor above sea level by blowing the air into uphill tube.

In manufacturing the bottom sediment sampler by using the flow of upward-air, it must be considered some factors such as the flow speed of mixed fluid, compression strength, amount of sediment and weight of sediment inlet.

Key words: sampler, centrifugal concentrator