

## **석고를 활용한 제방 축조시 석고의 다짐 특성**

### **A Characteristic of Compaction for construction of dike using Gypsum**

서동욱<sup>1)</sup>, Dong-Uk Seo, 김현태<sup>2)</sup>, Hyeon-Tae Kim, 장병욱<sup>3)</sup>, Pyeong-Wook Jang, 유봉선<sup>4)</sup>, Bong-Sun Yu, 안창섭<sup>5)</sup>, Chang-Sub Ahn

- 1) 한국농촌공사 농어촌연구원 연구원, Researcher, Rural Research Institute, Korea Rural Community & Agriculture Corporation
- 2) 한국농촌공사 농어촌연구원 수석연구원, Senior Researcher, Rural Research Institute, Korea Rural Community & Agriculture Corporation
- 3) 서울대학교 지역시스템공학과 교수, Professor, Dept. of Rural System Engineering, Seoul Natl. Univ.
- 4) 남해화학(주) 기술팀 부장, General Manager, Engineering Team, Namhae Chemical Corp.
- 5) 한국종합기술(주) 항만부 이사, Director, Dept. of Port & Harbour, Korea Engineering Consultants Corp.

**SYNOPSIS** : As a large construction such as highway, dam, reclaimed land etc. increase in number more and more, large amount of fill materials are required. However, it's difficult to obtain it because of environmental problems and economical efficiency. A alternative plan is to utilize a gypsum which is a by-product yielded from chemical plants and verify suitability to use gypsum as fill materials. Therefore, a characteristic of compaction for gypsum is analyzed and construction methods are given regard to this characteristic from construction of dike using gypsum. Based on the results obtained, it is found that moisture of gypsum in compaction should to be more dry side of O.M.C(optimal moisture content) because of sponge phenomenon. When gypsum is used to fill materials, standards of compaction should be decided from laboratory test.

**Key words** : gypsum, compaction, dike, fill material, reclaimed land, reclamation, filling

## **1. 서 론**

고속도로, 댐, 간척 매립 등과 같은 대형 국책사업의 추진으로 이들 시공에 필요한 막대한 양의 성토 재료가 필요하다. 그러나, 환경훼손을 우려한 토취장 개발과 운반비 상승으로 인한 경제성 등의 문제로 성토재료의 확보가 어려운 실정이다. 이에 대한 방안으로 화학공장에서 발생하는 부산물인 석고를 활용할 필요가 있으며, 석고를 제방 축조 재료로 활용한 현장 시공을 통해 석고의 성토재료로서의 타당성을 평가할 필요가 있다. 따라서, 이를 위하여 석고의 공학적인 특성을 분석하고, 석고의 제방축조를 통하여 석고의 다짐특성을 고려한 시공방법을 제시하고자 한다.

## **2. 석고의 공학적 특성**

### **2.1 개요**

본 실험에 사용된 재료는 남해화학 석고장의 습식운영(석고수 저장 및 석고 방출)을 통하여 발생한

석고를 사용하였으며, 석고의 함수비 측정 기준과 다짐기준을 설정하기 위하여 함수비 측정시험과 실내 다짐시험을 실시하였다.

축조재료는 그림 1과 같이 인광석 원료의 종류에 따라 석고장의 A-1, A-2, A-3의 A POND 내 석고와 B-2, D-2 POND 석고로 구분할 수 있다. A POND 석고는 회색빛을 띠며 검은 카본덩어리가 일부 섞여 있으며 굵고 거친입자로 구성된 반면, B-2, D-2 POND 석고는 흰색을 띠며 카본덩어리가 거의 없는 가늘고 고운입자이다.

표 1. 축조재료 선정

원료종류	중국 귀주산 인광석			모로코산 인광석	
	POND명	A-2 POND		B-2 POND	D-2 POND
시료명	A POND(1)	A POND(2)	A POND(3)	B-2 POND	D-2 POND

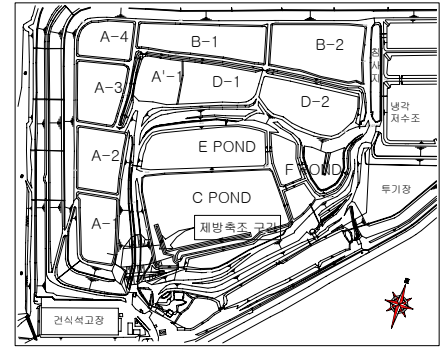


그림 1. 석고장 내 POND 위치

## 2.2 함수비 측정

### 2.2.1 함수비 측정 조건

함수비 측정 기준(KSF 2306)에 따르면 시료를 110±5℃ 건조로에 24시간 이상 함수량의 변화가 없을 때까지 건조시켜야 한다. 그러나, 석고(CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O)의 특성상 건조온도와 건조시간에 따라 함수비의 변화가 비교적 큰데, 이는 석고 입자의 간극내 자유수뿐만 아니라 화학적 결합수까지 일부분 분리되어 증발되기 때문이다. 석고는 결합수의 형태에 따라 다음과 같이 구분되며, 결합수를 제거하기 위한 조건은 다음과 같다.

표 2. 석고의 함수비 측정 조건

구분	화학식	결합수 제거를 위한 건조 조건
이수석고	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	250℃ 건조로에 3시간 이상
반수석고	CaSO <sub>4</sub> ·1/2H <sub>2</sub> O	128℃ 건조로에 3시간 이상
무수석고	CaSO <sub>4</sub>	-

간극내 자유수만을 제거하기 위해서는 45℃ 건조로에 5시간 이상 건조시켜야 하며, 이수석고를 128℃로 건조하면 1·1/2H<sub>2</sub>O가 분리되어 반수석고 상태가 되며, 250℃로 건조하면 2H<sub>2</sub>O가 분리된 무수석고 상태가 된다. KSF 2306 기준에 의하여 105℃로 건조하였을 경우 석고입자 간극 내 자유수 증발뿐만 아니라, 위와 같은 결합수까지 부분적으로 분리가 되어 증발이 되므로 24시간이 경과한 후에도 함수비는 계속적으로 변화였다.

이수석고 중량에 대한 결합수의 중량비는 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$\frac{2H_2O}{CaSO_4 \cdot 2H_2O} (\%) = \frac{2(1 \times 2 + 16)}{(40 + 32 + 16 \times 4) \cdot 2(1 \times 2 + 16)} = \frac{36}{172} = 20.9\% \quad (1)$$

위 계산에 따르면, 45℃ 건조로에서 건조한 석고(간극내 자유수가 제거된 이수석고)와 250℃ 건조로에서 건조한 석고(무수석고)의 무게차이는 곧 결합수(2H<sub>2</sub>O)의 무게라고 볼 수 있으며 그 중량비는 20.9%이다. 따라서, 금회 모든 시험에서는 함수비 측정시, 건조로에 석고를 건조시키는 온도를 45℃와 105℃ 두가지 조건으로 나누어 분석하였다.

### 2.2.2 건조온도에 따른 함수비 차이

건조온도에 따른 함수비의 차이를 확인하기 위하여 동일한 시료를 45℃ 건조로와 105℃ 건조로에서 각각 건조 조건을 달리하여 함수비를 측정하였다. 그 결과는 다음 표와 같다.

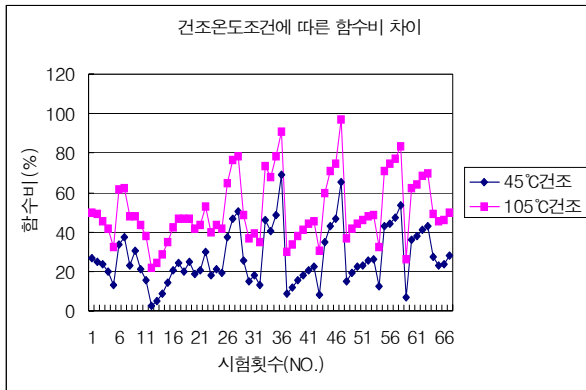


그림 2. 건조온도에 따른 함수비 차이

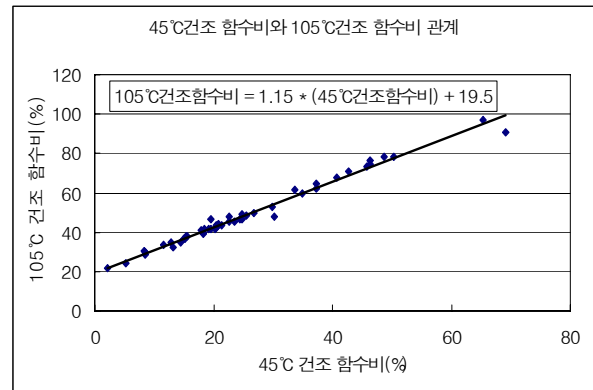


그림 3. 45℃ - 105℃ 건조 함수비 관계

그림 2에 의하면 45℃ 건조 함수비와 105℃ 건조 함수비의 차이는 17.8~31.4%로 나타났으며, 이는 석고입자 간극내 자유수가 제거된 상태(45℃ 건조 조건)와 결합수가 일부 제거된 상태(105℃ 건조 조건)의 중량 차이라고 볼 수 있다. 그러나, 상기 2.2.1절에서 이수석고 결합수의 중량비가 20.9%임을 감안한다면, 금회 실험결과는 이 값보다 더 큰 차이를 보이고 있으므로, 금회 실험에 사용한 석고 시료는 순수한 이수석고가 아닌, 카본, 불소화합물 등과 같은 다양한 불순물들이 일부 섞여있어 이와 같은 결과가 나왔다고 판단할 수 있다.

한편, 45℃ 건조 함수비와 105℃ 건조 함수비는 그림 3과 같이 일정한 관계로 표현을 할 수가 있는데, 한 가지 조건으로 함수비를 측정하여도 다른 조건의 함수비를 추정할 수 있다.

$$105^\circ\text{C 건조함수비}(w_{105^\circ\text{C}}) = 1.15 \times 45^\circ\text{C 건조함수비}(w_{45^\circ\text{C}}) + 19.52 \quad (2)$$

$$\text{또는 } 45^\circ\text{C 건조함수비}(w_{45^\circ\text{C}}) = 0.87 \times 105^\circ\text{C 건조함수비}(w_{105^\circ\text{C}}) - 16.97 \quad (3)$$

### 2.2.3 시간 경과에 따른 함수비 변화

석고는 일반 흙과 달리 시간이 경과함에 따라 함수비의 변화가 크다. 따라서, 이를 확인하고자 각 온도 조건별로 시간경과에 따른 함수비 변화를 관찰하고, 45℃ 건조 조건에서 105℃ 건조 조건으로의 변경, 또는 45℃ 및 105℃ 조건에서 자연조건으로의 변경시 함수비 변화를 관찰하였다.

그림 4는 45℃ 건조상태에서 5시간 이상 경과한 후 하루 24시간이 경과하여도 함수비의 변화가 없다는 사실을 알 수 있다. 즉, 간극 내 수분이 건조된 이수석고 상태로 계속 유지되고 있다고 볼 수 있으나, 105℃로 온도를 높여 건조를 시작하였을 때는 처음 약 200분간 함수비가 급격히 증가(결합수가 급격히 분리, 증발)하는 것을 알 수 있다. 그림 4 오른쪽 그림과 같이 약 30시간 이상이 경과한 이후로는 함수비의 변화가 없이 일정한 값으로 수렴되는 경향을 보이고 있다.

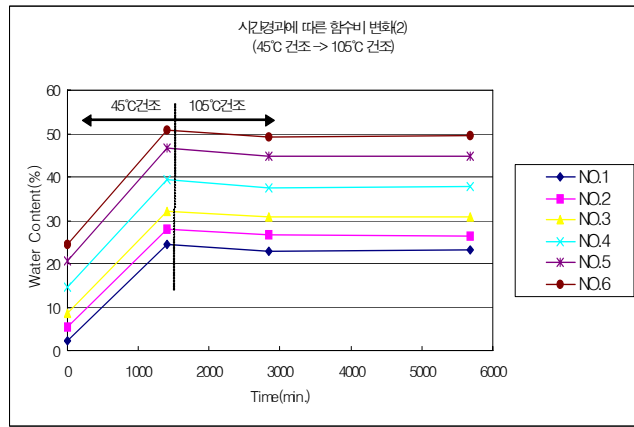
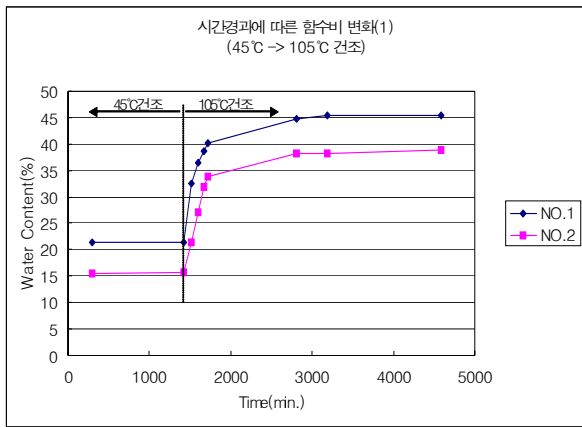
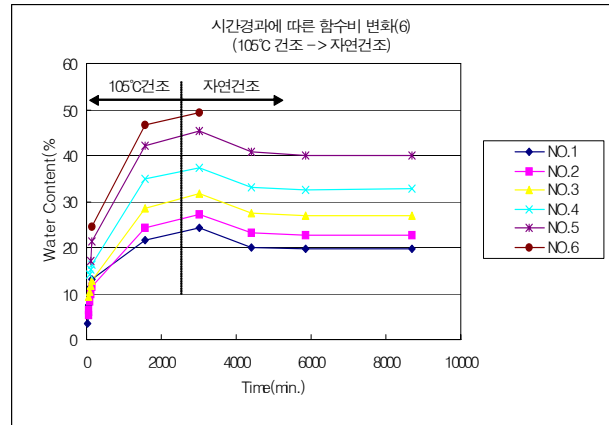
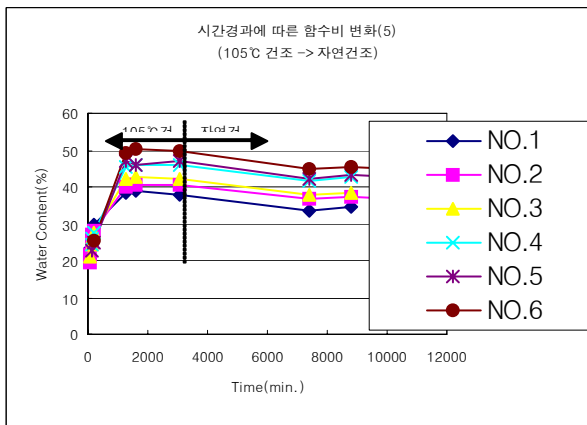


그림 4. 시간경과에 따른 함수비 변화 (45°C 건조 → 105°C 건조)

그림 5.(a)는 원료가 중국 귀주산 인광석인 A POND 석고를 105°C 건조상태에서 더 이상 함수비의 변화가 없을 때 자연상태에 그대로 방치하여 함수비의 변화를 관찰하였다. 자연상태로 방치한 경우, 105°C 건조상태 함수비 기준 대비 약 88~92% 수준으로 함수비가 낮아졌으며, 기상(습도)조건에 따라 함수비가 1~2% 정도 차이가 나는 경우를 제외하면, 시간이 경과함에 따라 함수비의 변화는 거의 없이 일정한 값을 유지하는 것으로 나타났다. 자연방치 초기에 함수비가 줄어드는 것은 무수석고가 이수석고로 돌아가려는 성질 때문에 105°C 건조상태 함수비 대비 8~12% 정도의 공기중의 수분이 석고 분자와 결합한 것으로 판단되며, 순수 석고가 아닌 석고화합물로서 이수석고의 물분자 중량비인 20.9%까지 수분을 흡수하지는 않는 것으로 나타났다.



(a) A POND 석고, 원료 : 중국 귀주산 인광석

(b) B POND 석고, 원료 : 모로코산 인광석

그림 5. 시간경과에 따른 함수비 변화 (105°C 건조 → 자연건조)

그림 5.(b)는 원료가 모로코산 인광석인 B POND 석고를 105°C 건조상태에서 더 이상 함수비의 변화가 없을 때 자연상태에 그대로 방치하여 함수비의 변화를 관찰하였다. 이 경우, 105°C 건조상태 함수비 기준 대비 약 81~88% 수준으로 함수비가 낮아졌으며, 105°C 건조상태 함수비 대비 12~19% 정도의 공기중의 수분이 석고 분자와 결합한 것으로 판단되므로 원료가 중국 귀주산 인광석인 A POND 석고보다 4~7% 정도 더 많은 함수비 변화를 나타냈다. 이는 모로코산 인광석이 원료인 B POND의 석고가 A POND 석고보다 순도가 더 높아 이수석고의 물분자 중량비인 20.9%에 미치지 못하는 수분을 보다 흡수하는 것으로 나타났다.

## 2.3 실내 다짐시험

### 2.3.1 45°C 건조 조건

A, B-2, D-2 POND 내 석고의 다짐시험 결과에 의하면 45°C 건조조건으로 함수비를 측정하였을 경우 최대건조단위중량( $\gamma_{dmax}$ )은 A POND 석고가 평균 1.465t/m<sup>3</sup>, 최적함수비(O.M.C)는 평균 21.2%로 나타났고, B-2, D-2 POND 석고가 평균 1.530t/m<sup>3</sup>, 최적함수비(O.M.C)는 평균 17.3%로 나타났다. 따라서, 45°C 건조조건으로 함수비를 측정할 경우, A POND 석고는 현장 다짐시 최대건조단위중량의 90% 이상이 되도록 다지기 위해서는 해당 함수비 범위인 1.0~33.0% 이내에 들도록 다져야 하지만, 함수비의 범위가 매우 넓어 적정함수비는 최적함수비(O.M.C)의  $\pm 5\%$ 인 16.2~26.2% 이내에 들도록 다지는 것이 좋을 것으로 판단된다. 또한, B-2, D-2 POND 석고도 최대건조단위중량의 90% 이상에 해당하는 함수비 범위가 1.0~31.0% 이내이지만, 적정함수비는 최적함수비(O.M.C)의  $\pm 5\%$ 인 12.3~22.3% 이내에 들도록 다지는 것이 좋을 것으로 판단된다.

표 3. 다짐시험 결과(45°C 건조 조건)

건조 조건	45°C 건조 조건						
	중국 귀주산 인광석				모로코산 인광석		
원 료							
시 료 명 (습식POND)	A	A	A	평균	B-2 POND	D-2 POND	평균
최대건조단위중량, $\gamma_{dmax}(t/m^3)$	1.455	1.475	1.465	<b>1.465</b>	1.495	1.565	<b>1.530</b>
최적함수비, OMC(%)	22.5	20.5	20.5	<b>21.2</b>	18.5	16.0	<b>17.3</b>
$\gamma_{dmax}$ 의 90% (t/m <sup>3</sup> )	1.310	1.328	1.319	<b>1.319</b>	1.337	1.409	<b>1.373</b>
$\gamma_{dmax}$ 의 90% 함수비(%)	13.0~ 32.0	13.0~ 30.0	1.0~ 33.0	-	1.0~ 31.00	4.0~ 30.0	-

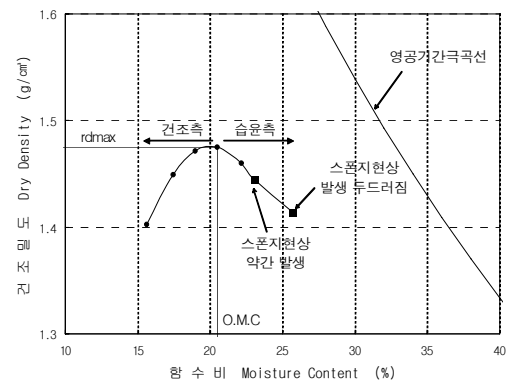


그림 6. 축조재료 다짐시험 결과(45°C 건조 함수비)

### 2.3.2 105°C 건조 조건

마찬가지로 105°C 건조조건으로 함수비를 측정하였을 경우에는, 최대건조단위중량( $\gamma_{dmax}$ )은 A POND 석고가 평균 1.231t/m<sup>3</sup>, 최적함수비(O.M.C)는 평균 44.0%로 나타났고, B-2, D-2 POND 석고가 평균 1.290t/m<sup>3</sup>, 최적함수비(O.M.C)는 평균 39.0%로 나타났다. 따라서, 105°C 건조조건으로 함수비를 측정할 경우, 현장 다짐시 A POND 석고는 최대건조단위중량의 90% 이상이 되도록 다지기 위해서는 해당 함수비 범위인 28.0~54.0% 이내에 들도록 다져야 하지만, 함수비의 범위가 매우 넓어 적정함수비는 최적함수비(O.M.C)의  $\pm 5\%$ 인 39.0~49.0% 이내에 들도록 다지는 것이 좋을 것으로 판단된다. 또한, B-2, D-2 POND 석고도 최대건조단위중량의 90% 이상에 해당하는 함수비 범위가 22.0~52.0% 이내이지만, 적정함수비는 최적함수비(O.M.C)의  $\pm 5\%$ 인 34.0~44.0% 이내에 들도록 다지는 것이 좋을 것으로 판단된다.

표 4. 다짐시험 결과(105℃ 건조 조건)

건조 조건	105℃ 건조 조건						
	중국 귀주산 인광석				모로코산 인광석		
원료							
시료명 (습식POND)	A POND(1)	A POND(2)	A POND(3)	평균	B-2 POND	D-2 POND	평균
최대건조단위중량, y <sub>dmax</sub> (t/m <sup>3</sup> )	1.225	1.232	1.235	1.231	1.270	1.310	1.290
최적함수비, OMC(%)	45.0	44.0	43.0	44.0	39.0	39.0	39.0
y <sub>dmax</sub> 의 90% (t/m <sup>3</sup> )	1.103	1.109	1.112	1.108	1.143	1.179	1.161
y <sub>dmax</sub> 의 90% 함수비(%)	35.0~ 54.0	37.0~ 54.0	28.0~ 52.0	-	22.0~ 52.0	23.0~ 50.0	-

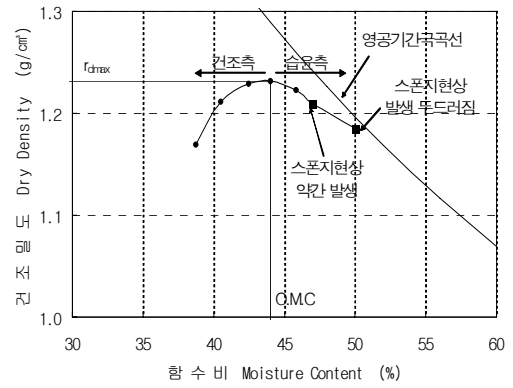


그림 7. 축조재료 다짐시험 결과(105℃ 건조 함수비)

### 2.3.3 스폰지 현상 검토

석고의 다짐시 발생하는 스폰지 현상은 석고에 포함된 수분량이 많을 때, 즉 함수비가 높을 때 발생하는 것으로 물기가 다짐체 표면으로 올라오면서 시공 장비의 주행성(Trafficability)이 나빠지게 된다. 실내 다짐시험시, 석고의 함수비를 점차 증가시키면서 석고를 다질 때 최적함수비(O.M.C)를 지나 습윤측으로 넘어감에 따라 다짐 공시체의 스폰지 현상이 발생하며, 이 현상은 함수비가 증가함에 따라 더욱 두드러지는 것이 관찰된다. 위 실험 결과에 나타난 다짐곡선에서 최적함수비(O.M.C)를 기준으로 오른쪽의 습윤측으로 2, 3번째 측정점들은 모두 스폰지 현상이 발생되었다. 즉, 위와 같이 최대건조밀도( $\gamma_{dmax}$ )의 90% 함수비 이내 또는 최적함수비(O.M.C)  $\pm 5\%$  이내의 함수비로 다지더라도 O.M.C의 습윤측에서는 스폰지 현상이 발생할 수 있음을 알 수 있다. 따라서, 스폰지 현상 발생 억제를 위해서는 가급적 최적함수비(O.M.C)의 건조측으로, 또는 건조측의 축조재료로 다질 필요가 있다.



(a) 축조재료 다짐시험시 스폰지현상이 발생한 시편 (b) 현장들밀도시험시 스폰지현상  
그림 8. 석고 다짐시 스폰지현상

## 3. 제방 축조 시공

### 3.1 개요

남해화학 석고장에 석고를 활용한 제방을 축조하여 석고 제방의 다짐 상태를 확인하고자 현장들밀도시험 중 모래치환법을 실시하여 다짐 밀도를 측정하였다. 다짐시방기준은 다음과 같다.

- 현장다짐은 “KSF2312 실내 표준다짐시험방법”의 A방법에 의한 최대건조밀도의 90% 이상으로 함
- 석고의 경우 효율적인 다짐을 위해 최적함수비(O.M.C  $\pm 5\%$ )의 건조측 함수상태에서 다짐을 실시

- 한 층의 다짐두께는 30cm 이하가 되도록 하여야 함

석고를 활용하여 제방을 축조하기 위해 다음과 같은 공정을 시공하였다. 제방이 완공된 후 내측에 석고수의 습식운영(석고수 저장 및 방출)으로 인한 침출수의 원활한 배제를 위하여 Sand Mat를 50cm 두께로 포설하였고, 유·무공 수평배수관을 설치하였다.

- Sand Mat 포설 : 450m<sup>3</sup>
- 석고축조 및 다짐 : 45,000m<sup>3</sup>(예상, 성토높이 16.0m)
- 침출수 배제 수평배수관 : 무공(D150) 824m, 유공(D150) 180m, 유공(D100) 1,140m
- 현장 다짐 : 진동 로울러(15톤) 다짐

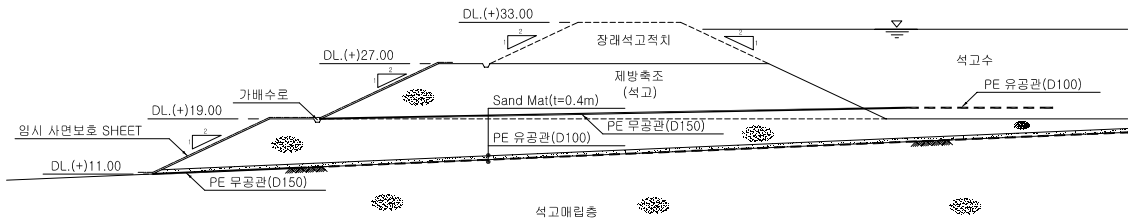


그림 9. 석고를 활용한 제방 축조 시공 표준단면도

### 3.2 현장 밀도시험 결과

#### 3.2.1 45℃ 건조 조건

현장 축조 제방의 다짐상태를 파악하기 위하여 제방 표층부에 들밀도 시험을 실시한 결과, 45℃ 건조 조건일 때 건조단위중량은 1.082~2.069 t/m<sup>3</sup>을 나타내었으며, 현장함수비는 15.2~29.8%를 보이고 있다. 위 2.3.1절 “실내 다짐시험 결과”에 따르면 45℃ 건조 조건일 때, A POND 석고는 최대건조밀도( $\gamma_{dmax}$ )의 90%인 1.319 t/m<sup>3</sup> 이상을, B-2, D-2 POND 석고는 최대건조밀도( $\gamma_{dmax}$ )의 90%인 1.373 t/m<sup>3</sup> 이상을 만족하여야 하지만, 다짐 직후 스폰지 현상에 가까워지려는 경향을 보이는 일부구간들에서는 이에 약간 못미치는 결과를 보이고 있다.

표 5. 현장 들밀도 시험 결과(45℃ 건조 조건)

시험NO.	석고 재료	현장다짐 상태	현장함수비 W(%)	습윤단위중량 $\gamma_t(t/m^3)$	건조단위중량 $\gamma_d(t/m^3)$	비 고
6/1현장다짐-1	A POND	약간 균음	24.7	1.630	1.307	다짐 직후
6/1현장다짐-2	"	균음	23.6	2.557	2.069	다짐 직후
6/1현장다짐-3	"	매우 균음	20.2	1.647	1.370	다짐 1일후
6/7현장다짐-1	"	균음	21.3	1.608	1.325	강우 5일후
6/7현장다짐-2	"	약간 균음	15.6	1.488	1.287	강우 5일후
6/14현장다짐-1	"	균음	16.2	1.660	1.428	다짐 1일후
6/17현장다짐-1	"	균음	20.5	1.552	1.288	다짐 4일후
6/17현장다짐-2	B-2 POND	균음	29.8	1.634	1.259	다짐 4일후
6/17현장다짐-3	A POND	약간 균음	18.3	1.673	1.414	다짐 직후
6/17현장다짐-4	"	약간 균음	20.9	1.507	1.247	다짐 직후
6/20현장다짐-1	"	균음	15.2	1.548	1.345	다짐 1일후
6/20현장다짐-2	"	균음	18.3	1.584	1.339	다짐 직후
6/24현장다짐-1	"	균음	27.2	1.460	1.148	다짐 직후
6/24현장다짐-2	"	균음	23.1	1.441	1.171	다짐 직후
6/24현장다짐-3	"	균음	23.7	1.644	1.329	다짐 1일후
6/24현장다짐-4	"	균음	28.1	1.386	1.082	다짐 1일후

### 3.2.2 105℃ 건조 조건

105℃ 건조 조건일 때는 건조단위중량이 0.926~1.263 t/m<sup>3</sup>을 나타내었으며, 현장함수비는 32.2~51.7%를 보이고 있다. 위 2.3.2절 “실내 다짐시험 결과”에 따르면 105℃ 건조 조건일 때, A POND 석고는 최대건조밀도( $\gamma_{dmax}$ )의 90%인 1.108 t/m<sup>3</sup> 이상을, B-2, D-2 POND 석고는 최대건조밀도( $\gamma_{dmax}$ )의 90%인 1.161 t/m<sup>3</sup> 이상을 만족하여야 하지만, 다짐 직후 스펀지 현상에 가까워지려는 경향을 보이는 일부구간들에서는 이에 약간 못미치는 결과를 보이고 있다.

석고는 일반 흙과는 성질이 다르므로, 스펀지 현상 발생억제를 위해서는 함수비를 최적함수비(O.M.C)의 건조측으로 조정할 필요가 있다.

표 6. 현장 들밀도 시험 결과(105℃ 건조 조건)

시험NO.	석고 재료	현장다짐 상태	현장함수비 W(%)	습윤단위중량 $\gamma_t(t/m^3)$	건조단위중량 $\gamma_d(t/m^3)$	비 고
6/1현장다짐-1	A POND	약간 균음	49.2	1.630	1.093	다짐 직후
6/1현장다짐-2	"	균음	41.6	1.647	1.163	다짐 직후
6/1현장다짐-3	"	매우 균음	32.2	1.670	1.263	다짐 1일후
6/7현장다짐-1	"	균음	43.5	1.608	1.121	강우 5일후
6/7현장다짐-2	"	약간 균음	38.1	1.488	1.078	강우 5일후
6/14현장다짐-1	"	균음	39.8	1.660	1.187	다짐 1일후
6/17현장다짐-1	"	균음	43.7	1.552	1.080	다짐 4일후
6/17현장다짐-2	B-2 POND	균음	51.7	1.634	1.070	다짐 4일후
6/17현장다짐-3	A POND	약간 균음	39.7	1.673	1.198	다짐 직후
6/17현장다짐-4	"	약간 균음	43.3	1.507	1.052	다짐 직후
6/20현장다짐-1	"	균음	36.6	1.548	1.134	다짐 1일후
6/20현장다짐-2	"	균음	39.0	1.584	1.140	다짐 직후
6/24현장다짐-1	"	균음	48.9	1.460	0.980	다짐 직후
6/24현장다짐-2	"	균음	45.1	1.441	0.993	다짐 직후
6/24현장다짐-3	"	균음	45.8	1.644	1.128	다짐 1일후
6/24현장다짐-4	"	균음	49.8	1.386	0.926	다짐 1일후

## 4. 결론

대형 매립공사에 필요한 성토재료가 부족한 실정이므로, 화학공장에서 발생하는 부산물인 석고를 활용할 필요가 있으며, 석고의 성토재료로서의 타당성을 평가할 필요가 있다. 따라서, 석고의 다짐특성을 파악하고, 석고의 다짐특성을 고려한 시공방법은 다음과 같다.

1. 석고의 함수비를 측정하는 방법으로 석고의 화학특성을 고려하여, 45℃ 건조 조건과 105℃ 건조 조건(KSF 2306)으로 구분하여 측정하여야 한다.
2. 다짐에 필요한 소요 건조밀도는 실내시험 결과인 최대건조밀도( $\gamma_{dmax}$ )의 90% 이상이어야 하며 실내 다짐시험 결과(105℃ 건조조건), 최대건조밀도( $\gamma_{dmax}$ )의 90%는 A POND 석고가 1.108 t/m<sup>3</sup>, B-2, D-2 POND 석고가 1.161 t/m<sup>3</sup> 로 분석되었다.
3. 다짐에 필요한 적정함수비(105℃ 건조조건)는 최적함수비(O.M.C)의 ±5%로 A POND 석고는 39.0~49.0%, B, D POND 석고는 34.0~44.0% 이내이다.
4. 현장 들밀도시험 결과, 건조단위중량이 0.926~1.263 t/m<sup>3</sup>, 현장함수비가 32.2~51.7%를 보이고 있어 다짐시험 결과를 대부분 만족하지만 다짐 직후 스펀지 현상에 가까워지려는 경향을 보이는 일부 구간들에서는 이에 약간 못미치는 결과를 보이고 있다. 따라서, 스펀지 현상 발생억제를 위해서는 함



수비를 최적함수비(O.M.C)의 건조측으로 조정할 필요가 있다.

5. 석고를 매립 또는 성토재로 사용할 경우, 상기 결과를 고려하여 실내시험을 실시하고 시방기준을 결정하여 시공하여야 한다.

## 참고문헌

1. 남해화학, 2005, 석고장 운영면적 및 적치능력 증대 실시설계보고서
2. 남해화학, 화학관련 기술 서적
3. 정인준, 김상규(1990), 토질역학, 동명사