

폐석회를 활용한 성토매립지반의 지지력 및 침하특성에 관한 연구

Bearing Capacity and Settlement of Reclaimed Land by Utilizing Waste Lime

신 은 철^{*1}

Shin, Eun-Chul

오 영 인^{*2}

Oh, Young-In

Abstract

Several major land reclamation projects such as the Incheon International Airport construction, Songdo New City construction, LNG Tank and LPG storage construction are underway along the coastal line of Incheon in Korea. This study was carried out to investigate the feasible use of waste lime in the land reclamation projects. Waste lime (hydrated lime) used in this study is produced as a by-product in the manufacturing process of Na_2CO_3 from local chemical factory in Incheon. This study presents the characteristics of bearing capacity and settlement on the ground formed by layers of waste lime and dredged soil. From the laboratory and in-situ plate load test, the ultimate bearing capacity by in-situ test was 1.25~1.37 times higher than that of the theoretical ultimate bearing capacity. Based on the settlement analysis by Magset-II, the total settlement of layered ground steadily increased up to the ratio of waste lime depth 0.2 and therefore rapidly increased with the increase of waste lime depth. The results of the present study indicate that the ratio of waste lime depth for reclamation work is about 0.2.

요 지

현재 국내에는 공유수면 매립을 통하여 부지를 확보하는 대규모 매립공사들이 해안지역을 중심으로 진행되고 있다. 그러나 매립지역이 대규모화 되어짐에 따라 준설토만으로 그 물량을 확보하는데는 많은 어려움이 있어 대량물량을 대체할 수 있는 경제적인 매립토의 개발이 절실히 요구되고 있다. 이 연구는 폐석회를 해안 성토매립재의 일부로 사용하였을 경우, 지반의 지지력과 침하특성을 알아보기 위하여 실내실험과 현장실험을 실시하였으며, 그 결과를 이론적으로 산정한 지지력과 비교하였다. 또한 침하해석 프로그

*1 정회원, 시립 인천대학교 공과대학 토목공학과 조교수

*2 정회원, 시립 인천대학교 공과대학 토목공학과 대학원 박사과정

램을 이용하여 각 층별 침하량과 폐석회층의 매립심도비 [폐석회층/(준설토+폐석회층)]에 따른 총 침하량을 예측하였다. 현장실험결과와 이론적으로 산정한 지지력을 비교하여 보면 대체로 실험결과에 따른 극한 지지력값이 1.25~1.37배 크게 나타났다. 침하해석 프로그램을 통한 층별 침하량과 총 침하량은 폐석회층의 매립심도비 0.2이상일 때 급격한 증가를 관찰할 수 있었다. 상기의 결과를 종합하여 볼 때 폐석회층의 매립심도비가 0.2이하에서 극한지지력, 지반반력계수, 침하량의 변화율이 미소하여 폐석회를 대체 매립재로 사용할 경우 폐석회층의 최적 매립심도비 [폐석회층/(준설토+폐석회층)]는 0.2임을 알 수 있다.

Keywords : Bearing capacity, Settlement, Waste lime, Dredge soil, Reclamation

1. 서 론

공유수면의 매립으로 필요한 부지를 확보하려는 노력은 1960년대 간척사업에서부터 시작하여 공업단지, 항만건설, 신도시 건설, 인공섬, 공항 건설 등을 위해 해안매립을 하고 있다. 일반적으로 준설토매립공법에 사용하는 매립토사는 사질토 지반을 준설토매립하는 것이 가장 이상적이나 지역여건 등을 고려하여 현장주변에서 경제적으로 구할 수 있는 재료를 선택하는 것이 통례이다. 인천국제공항의 경우도 매립지역의 토사를 그대로 준설토하여 사용하고 있으며 현재 매립공사가 진행중인 송도신도시, 울촌공단조성공사, 부산가덕신항 건설공사등 대규모의 매립공사지역에서도 해저토사를 그대로 준설토하여 사용하고 있다. 그러나 실질적으로 매립지역이 대규모화 되어짐에 따라 준설토매립토만으로 그 물량을 확보하는 데는 여러 가지 어려움이 있어 대량 물량을 대체할 수 있는 경제적인 매립토 개발이 절실히 요구되고 있다.

매립토부족을 해결하기 위한 노력으로 공공사토 및 일반사토, 건축물 폐자재 등은 이미 여러 지역에서 매립에 활용한 사례가 있다. 그러나 이러한 매립지반은 토층의 균질하지 않아 지반안정처리 공법의 선정, 구조물 설계시 허용지지력의 결정, 침하예측 등에 많은 어려움이 있다. 현재 공유수면 매립공사가 진행되고 있는 현장들

의 준설토에 대한 연구는 상당한 수준으로 진행되어 있지만 대체 매립재를 활용하였을 때 형성되는 지반특성에 관한 연구는 전무한 실정이다.

이 연구의 목적은 일반폐기물인 폐석회를 대체 매립재로 사용하였을 경우, 준설토와 폐석회를 동시에 매립하여 형성되는 층상지반의 이론적 지지력값과 현장실험을 통해 결정된 지지력값을 상호 비교·분석하고 침하예측 프로그램을 이용하여 층상지반의 침하특성을 규명하는데 있다.

2. 이론적 배경

2.1 사질토층/점토층에 설치된 기초의 지지력

기초는 연약 점토층 위에 있는 사질토층에 축조될 수도 있다. 그림 1에서 보는 바와 같이 기초 밑의 사질토층이 비교적 작으면 파괴면은 연약 점토층까지 확장하게 되지만 기초 밑의 사질토층의 두께가 크다면 파괴면은 사질토층에만 나타나게 된다. Meyerhof(1974)에 따르면, 사질토층이 얇아 파괴면이 하부점성토층에서 발생할 경우 극한지지력은 식 (1)과 같으며, 사질토층에 작용하는 수동토압은 식 (2)에 나타낸 바와 같다.

$$q_u = c_u N_c + 2P_p \frac{\sin \delta}{B} + \gamma D_f \quad (1)$$

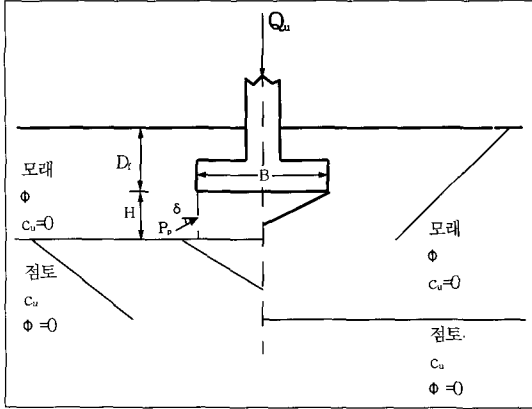


그림 1. 연약점토층 상부 사질토층에 설치된 기초의 파괴형상 (Meyerhof, 1974)

여기서 c_u = 점토층의 비배수전단강도, N_c = 점토층의 지지력계수, B = 기초폭, δ = 수동토압의 경사각, γ = 사질토층의 단위중량, D_f = 기초의 매립심도.

$$P_p = 0.5 \gamma H^2 \left(1 + \frac{2D_f}{H}\right) \frac{K_p}{\cos \delta} \quad (2)$$

여기서 K_p 는 수동토압계수 이다.

원호파괴면 가정에 의한 수동토압의 경사각은 일반적으로 $(0.5 \sim 0.75)\phi$ 의 범위에 있으며 대략 $2/3\phi$ 를 사용한다.

실제적으로 극한지지력 계산에서는 수동토압의 경사각과 내부마찰각의 관계의 함수인 관입 전단저항계수를 사용하며 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$K_s = K_p \frac{\tan \delta}{\tan \phi} \quad (3)$$

식 (2)와 (3)을 식 (1)에 대입하여 정리하면 연속 또는 띠 기초의 극한 지지력은 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$q_u = c_u N_c + \gamma H^2 \left(1 + \frac{2D_f}{H}\right) K_s \frac{\tan \phi}{B} + \gamma D_f \quad (4)$$

여기서, ϕ = 상부 사질토층의 마찰각, γ = 사질토

층의 단위중량, N_c , N_q = 지지력계수, K_s = 관입 전단 저항 계수

원형 기초의 경우는 식 (4)를 변형하여 형상인자를 고려하면 식 (5)와 같다.

$$q_u = 1.2cN_c + 2\gamma H^2 \left(1 + \frac{2D_f}{H}\right) \cdot sK_s \frac{\tan \phi}{B} + \gamma D_f \quad (5)$$

2.2 사질토 및 점성토의 침하이론

기초의 침하는 구조물의 축조 도중 또는 직후에 생기는 탄성침하와 포화점성토의 간극으로부터 간극수가 빠져나감으로 인해 생기는 압밀침하의 합으로 나타내어진다.

연구대상이 된 해안매립 성토층은 하부층을 폐석회층으로, 상부층을 준설토로 조성된다. 따라서 상부매립층에서는 탄성침하가 발생하며 하부폐석회층에서는 압밀침하가 주로 발생된다.

사질토의 침하량을 산정하는 방법은 일반적으로 탄성론에 의하여 구하는 방법과 여러 가지 지반조사 결과를 바탕으로 침하량을 산정하는 경험적인 방법이 있다. 표준관입시험치 N_{60} 값을 이용하여 침하량을 산정하는 경험식은 여러학자들에 의하여 제시된바 있다(Meyerhof, 1965; D'Appolonia, 1970; Schultze와 Sherif, 1973; Meyerhof, 1974; Bowles, 1977).

또한 Schmertmann(1970)은 정적 콘관입시험치로부터 비점성토지반의 기초에 대한 침하량을 식 (6)과 같이 제안하였다.

$$\rho = C_1 C_2 \Delta_p \sum_0^{2B} \frac{I_z}{E_s} dz \quad (6)$$

여기서 C_1 = 깊이 수정계수, C_2 = 크리프계수, Δ_p = 작용하중으로 인해 기초면에서 흙에 작용되는 순하중 증가, B = 재하면적의 폭, I_z = 연직변형률 계수, E_s = 탄성계수, Δ_z = 토층의 두께

표 1. 준설토의 토질정수

자연함수비, w_n	17.50%
비중, G_s	2.66
균등계수, C_u	2.40
곡률계수, C_c	1.35
최대건조밀도, γ_{dmax}	1.56g/cm ³
최적함수비, w_{opt}	16.20%
액·소성한계	비소성
투수계수, k	2.99×10^{-5} cm/sec
내부마찰각, ϕ	34.93°
No. 200체 통과량	35.38%
통일분류법	SP-SM

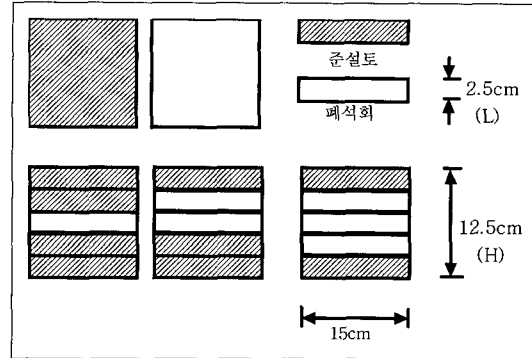


그림 2. 실내모형시험 모식도

표 2. 폐석회의 기본물성시험 결과

자연함수비, w_n	59%
비중, G_s	2.15
액성한계, LL	63.10%
소성한계, PL	51.50%
소성지수, PI	11.6%
유동지수, FI	5.74
활성도, A	0.46
최대건조밀도, γ_{dmax}	1.189g/cm ³
최적함수비, w_{opt}	39.70%
점착력, c_u	0.50kg/cm ²
투수계수, k	2.70×10^{-7} cm/sec
No. 200체 통과량	97.46%
통일분류법	MH

같으며, 폐석회의 경우는 표 2에 나타난 바와 같다.

3.2 실내 모형시험

본 연구에서 사용한 변형 CBR시험 방법은 연구목적에 의거하여 송도신도시 현장주변에서 준설토와 폐석회를 층별로 혼합하였을 경우의 강도의 변화를 살펴보기 위하여 층별구성 및 다짐방법을 변경하여 변형 CBR시험을 실시하였다. 실내 모형지반의 변형 CBR시험을 위한 층별 토층 구성을 살펴보면 가장 먼저 준설토와 부산석회의 자체 CBR값을 구하기 위하여 준설토와 폐석회만을 KS F 2320에 따라 CBR시험을 실시하였다. 두 번째로 층별 혼합에 따른 강도변화를 고찰하기 위하여 전체를 5개의 층으로 구분하고 중간층에 폐석회를 넣는 방법으로 그림 2와 같이 2 : 1 : 2(준설토:폐석회:준설토), 1 : 2 : 2, 그리고 1 : 3 : 1로 토층을 구성하여 시험을 실시하였다.

실내 모형지반의 변형 CBR시험 시료의 층별 선정 모식도는 그림 2에 나타난 바와 같다. 각 층별다짐은 수정다짐으로 하였으며 준설토의 경우 준설토 다짐시험에서 구한 최적함수비 16.2%에 맞추어 물을 고르게 혼합하였으며, 폐석회를 다짐할 때 함수비는 최적함수비인 39.7%를 사용하

점성토지반의 침하는 즉시침하량과 압밀침하량의 합으로 나타내어진다. 즉시침하량은 탄성론에 의하여 변형계수와 포아송비의 관계로 계산할 수 있으며, 압밀침하량은 Terzaghi(1923)의 일차원 압밀이론을 바탕으로 하여 Terzaghi의 가정사항을 수정한 이론들이 사용되어지고 있다. 본 연구에서는 Terzaghi의 일차원 압밀이론(1943)을 이용하여 침하량을 산정한다.

3. 실험내용

3.1 기본물성시험

본 연구에서 사용한 준설토는 송도매립지 4공구에서 준설토한 실트질 모래로 토질정수는 표 1과

였다.

3.3 현장시험시공

실내 모형시험 결과를 바탕으로 현장에서도 동일한 결과를 얻을 수 있는지 확인하기 위하여 현장시험시공을 실시하였다. 시험시공현장은 인천광역시 남구소재 야적 현장을 사용하였으며 시험시공 시료는 실내시험 사용시료와 동일하게 송도매립지 제 4공구에 매립되는 준설토를 10 ton트럭 10대 분량이 사용되었다. 또한 폐석회는 10 ton트럭 8대 분량을 사용하였다. 지반의 강도를 시험하는 방법으로는 평판재하시험을 실시하였으며, 현장의 전체 모식도는 그림 3과 같이 4 개소로 결정하였다. 시험시공 현장은 깊이 1.2m, 폭 2m, 길이는 6~8m로 굴착기를 사용하여 굴착한 후, 현장 A-1은 준설토만을 30 cm두께로 4 층으로 포설 하였으며, 현장 A-2의 경우는 폐석회, 준설토를 각각 30 cm씩 교대로 포설하였다. 현장 A-3의 경우는 준설토 40 cm, 폐석회 20 cm, 준설토 40 cm, 폐석회 20 cm의 순서로 포설하였다. 마지막으로 현장 A-4의 경우는 준설토 50cm,

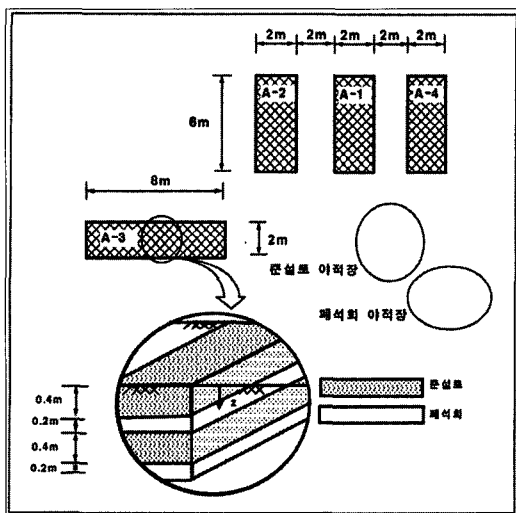


그림 3. 현장시험시공 현장 모식도

폐석회 10 cm, 준설토 50 cm, 폐석회 10 cm의 순서로 깊이 1.2m가 되도록 포설 하였다. 총 포설 깊이는 1.2m로 일반적인 평판재하시험의 응력 영향범위인 2B보다 층상지반일 경우, 응력영향 범위의 확대를 고려하여 4B로 포설을 실시하였다.

각 층의 다짐은 자주식 컴팩터를 이용하여 각 층별 35회 왕복하여 다짐하였으며 다짐도를 규정하기 위하여 각 현장별 현장 들밀도 시험을 실시하였다. 매립성토의 포설순서는 폐석회가 함수비가 약간 높은 관계로 먼저 폐석회를 포설한 후 상부에 준설토를 포설하여 다짐을 하는 방법을 택하였다.

4. 실험결과 및 분석

4.1 층별 CBR시험결과

준설토와 폐석회로 구성된 층상지반의 매립심도비 및 층구성에 따른 변형 CBR값은 표 4에 나타난 바와 같으며, 그림 4는 변형 CBR값과 변위와의 관계를 나타낸 것이다. 표 4에 나타난 CBR 값은 일반적인 CBR값을 산정하는 방법인 CBR_{2.5}

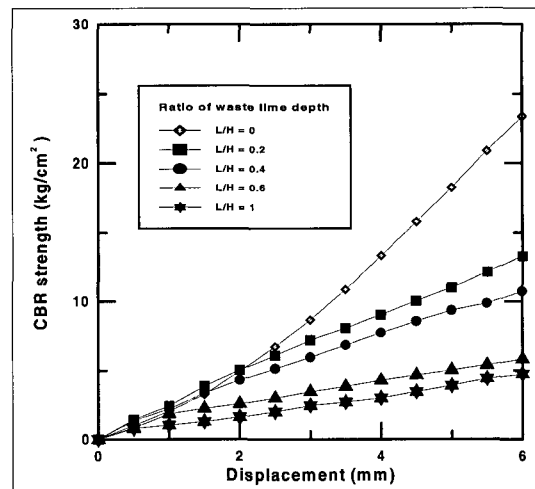


그림 4. 폐석회층의 매립심도비에 따른 변형 CBR강도와 변위와의 관계

표 4. 매립심도비와 층구성에 따른 변형 CBR 강도

시험 분류	층구분	폐석회층의 매립심도비 (L/H)	층구성	변형 CBR값 (%)	비고 ^(*)
Test I		0	준설토	21.41	보조기층
Test II		1	폐석회	4.24	노상토
Test III		0.6	1:3:1	4.56	노상토
Test IV		0.4	1:2:2	8.92	보조기층
Test V		0.2	2:1:2	12.43	보조기층

(주) 일반적인 CBR값에 따른 사용가능 범위

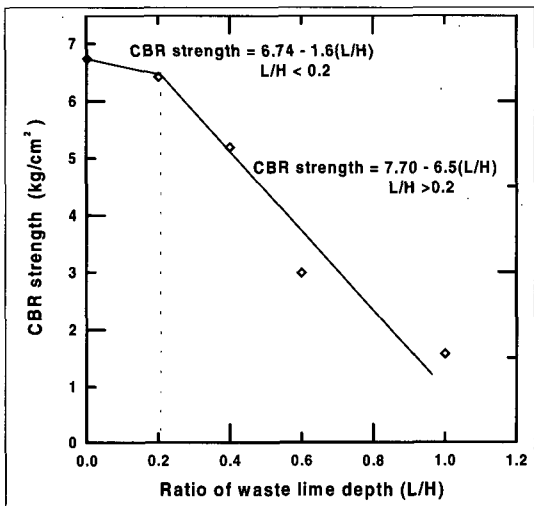


그림 5. 폐석회층의 매립심도비에 따른 변형 CBR 강도 변화

와 CBR_{5.0}을 비교하여 얻은 값이다. 또한 매립심도비는 총 포설심도에 대한 폐석회의 심도의 비를 나타낸 것이다.

그림 5는 층상지반에 따른 변형 CBR강도곡선은 나타낸 것이다. 지반의 구성이 균질한 지반이 아닌 층상지반이기 때문에 일반적인 CBR값과 비교할 수는 없지만 변형 CBR강도의 변화를 통하여 폐석회층의 매립심도비에 따른 강도변화는 비교할 수 있다. 표 5는 폐석회층의 매립심도비에 따른 관입량 2.5 mm일 때 CBR강도와 준설토의 CBR강도에 대하여 폐석회층의 매립심도비가 증가함에 따른 강도 감소비를 나타낸 것이다.

표 5. 폐석회층의 매립심도비에 따른 CBR 강도의 감소비

CBR강도 (kg/cm²)	폐석회층의 매립심도비 (L/H)				
	0	0.2	0.4	0.6	1
CBR강도	6.74	6.42	5.19	2.99	1.57
강도감소율	0	4.75	23.00	55.64	76.71

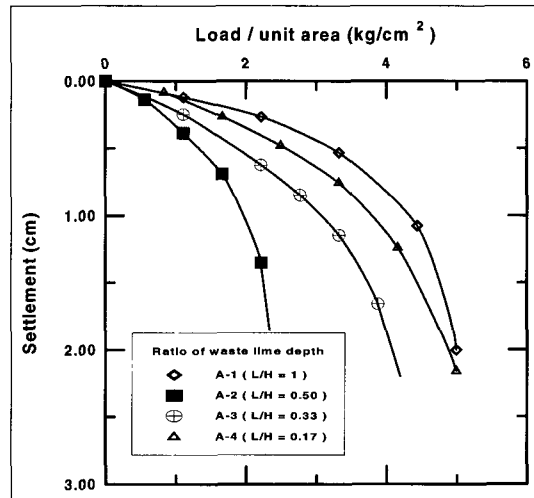


그림 6. 폐석회층의 매립심도비에 대한 하중-침하곡선

4.2 평판재하시험결과

시험시공 현장별 평판재하시험을 실시한 결과 전체 폐석회층의 매립심도비에 대한 하중-침하량곡선은 그림 6에 나타내었다. 그리고 평판재하시험을 통한 극한 지지력값을 비교하기 위하여 Meyerhof(1974)의 층상지반 지지력 산정방법(식 (5))에 의하여 이론적 지지력값을 산정하였다. 평판재하시험에 의한 극한지지력과 이론적 극한지지력은 표 6에 나타낸 바와 같으며, 극한 지지력 변화곡선은 그림 7에 나타내었다.

그림 7에서 보는 바와 같이 현장실험을 통한 극한지지력과 이론적 극한지지력값을 표준화한 방정식은 식 (7)와 식 (8)과 같이 나타낼 수 있다.

$$q_u = 5.89 - 4.09 \frac{L}{H} \quad (L/H < 0.2) \quad (7)$$

표 6. 폐석회층의 매립심도비에 따른 극한지력과 극한 지지력비

Site No.	폐석회층의 매립심도비 (L/H)	극한 지지력 (kg/cm ²)		극한지지력비	
		현장 실험값	이론값	현장 실험값	이론값
A-2	0.50	2.63	2.03	0.409	0.379
A-3	0.33	4.75	3.45	0.739	0.644
A-4	0.17	5.84	4.55	0.908	0.850
A-1	0.00	6.43	5.35	1	1

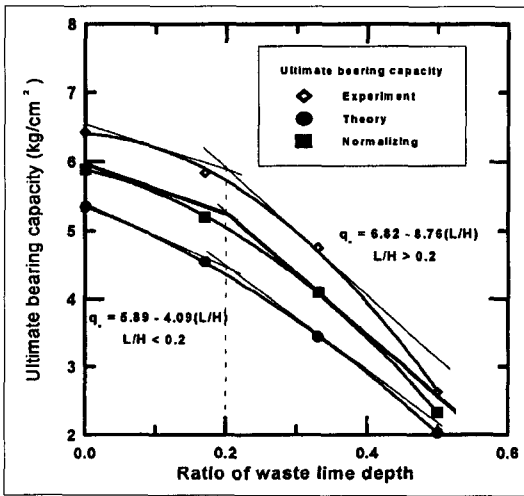


그림 7. 폐석회층의 매립심도비에 따른 극한 지지력 변화곡선

$$q_u = 6.82 - 8.76 \frac{L}{H} \quad (L/H \geq 0.2) \quad (8)$$

또한, 현장의 평판재하시험 결과로부터 산정할 수 있는 토질정수 중의 하나가 지반반력계수(k)로 지반반력계수는 도로포장두께 및 구조물기초의 설계에 사용되는 매우 중요한 인자이다.

지반반력계수의 산정방법은 재하판에 가해지는 하중강도-침하량 관계곡선을 그려서 그 기울기를 구하거나 하중-침하량곡선에서 초기 기울기를 재하판의 면적으로 나누어 산정한다. 본 연구에서는 하중강도-침하량곡선으로부터 층상지반의 지반반력계수를 구하여 비교·분석하였다. 표 7은 폐석회층의 매립심도비에 따른 지반반력계수를 나타낸 것이며, 그림 8은 폐석회층 매립

표 7. 폐석회층의 매립심도비에 따른 지반반력계수

폐석회층의 매립심도비 (L/H)	콘크리트 포장 적용시 (kg/cm ³)	아스팔트 포장 적용시 (kg/cm ³)	비고
	k ₃₀	k ₃₀	
0.50	3.60	2.80	중간정도 조밀한 모래
0.33	5.84	4.61	중간정도 조밀한 모래
0.17	8.40	7.21	중간정도 조밀한 모래
0.00	8.41	8.19	중간정도 조밀한 모래

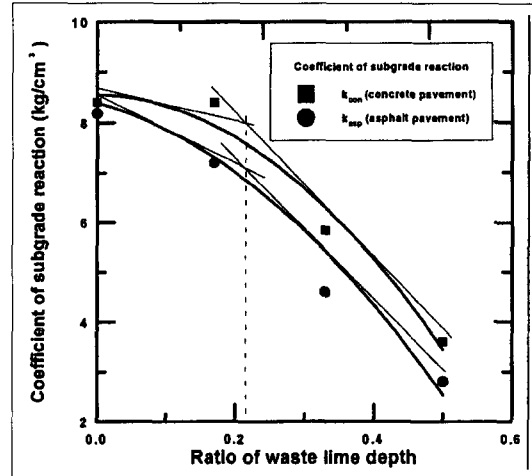


그림 8. 폐석회층의 매립심도비에 따른 지반 반력계수 변화곡선

심도비에 따른 지반반력계수의 변화곡선이다.

5. 침하해석 프로그램

본 연구의 침하해석에 사용된 프로그램은 미 공병단에서 주관하여 Schiffman(1980)이 개발한 MAGSET-II이다. MAGSET-II는 점성토 또는 비점성토로 이루어진 층상지반의 침하량 산정을 주 목적으로 하는 프로그램이다. 점성토의 침하량은 Terzaghi의 일차원 압밀이론에 근거하여 산정하며 점성토의 입력자료는 간극비 또는 변형

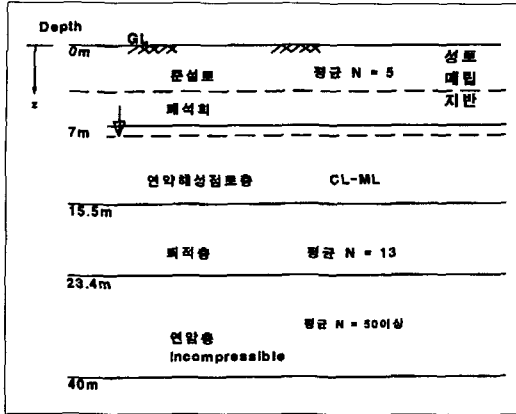


그림 9. 침하해석지반의 구성

표 8. 침하해석을 위한 입력값

층구분 \ 입력변수	구분	두께 (m)	단위중량 (g/cm ³)	해석 변수
준설토	모래	변수	1.336	N값
폐석회	점토	변수	1.187	e-logP
해성연약점토	점토	8.5	1.803	e-logP
퇴적층	모래	7.9	2.000	N값
연암층	연암 (비압축)	16.6	2.000	N값

율에 대한 유효응력곡선에서 구한다. 비점성토층의 침하량은 콘관입시험치 q_c 및 표준관입시험 N을 경험식을 통하여 산정한다. Meyerhof(1965)와 D'Appolonia(1970)의 제안식은 N값을 이용할 수 있으며, Schmertmann(1970)의 제안식은 q_c 를 이용할 수 있다.

5.1 층상지반의 입력조건 및 해석결과

층상지반에서 폐석회층의 매립심도비에 따른 침하특성을 분석하기 위하여 임의의 지반을 구성하였다. 지반구성은 그림 9에 나타난 바와 같으며 입력값은 표 8에 나타난 바와 같다.

성토매립고 7m 중 폐석회의 길이비 0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5에 대하여 해석을 하였으며, 상재하중은 근입깊이 1m, 기초폭 2m×2m, 평균압력 1.0 kg/cm²로 가정하였다. 사질토지반에 대한

표 9. 폐석회층의 매립심도비에 따른 총침하량 (단위 : cm)

매립심도비	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
해석방법						
D'Appolonia	1.92	3.64	5.94	8.97	12.92	17.99
Meyerhof	4.52	6.24	8.54	11.57	15.41	20.20
Schmertmann	5.40	7.13	9.43	12.46	16.26	21.11

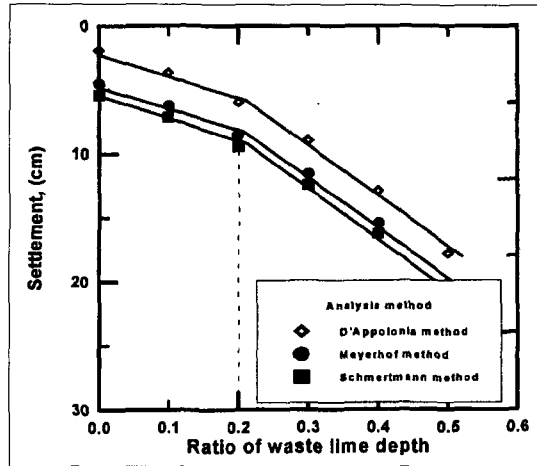


그림 10. 폐석회층의 매립심도비에 따른 침하량 증가율

입력값은 N값과 q_c 값을 이용하였으며 준설토층과 폐석회층의 단위중량은 현장실험시 들밀도 시험을 통하여 얻은 값을 사용하였다. 총 침하량에 대한 해석결과는 표 9에 나타난 바와 같으며 침하량변화 곡선 그림 10에 나타난 바와 같다.

6. 결 론

폐석회를 활용하여 대체 성토매립재로 활용하였을 경우의 지지력 및 침하특성을 연구하기 위하여 폐석회와 준설토를 폐석회층의 매립심도비에 따라 실내모형실험과 현장실험을 실시하였다. 그 결과를 층상지반의 이론적 지지력과 비교하였으며, 침하해석 프로그램을 이용하여 각 층별 침하량과 폐석회의 매립심도비에 따른 총 침하량을 비교·분석하였다. 이 연구를 통하여 제시

된 주요 결론은 다음과 같다.

- 1) 폐석회의 길이버 0.2, 0.4, 0.6, 1.0의 변화에 따른 실내모형지반의 CBR강도는 길이버 0.2 이하에서는 5%이하의 강도감소율을 보이며, 0.2이상에서는 23%이상의 감소율을 관찰할 수 있었다. 즉, 폐석회의 길이버 0.2까지는 CBR강도의 감소율이 상당히 미소한 것으로 나타났다.
- 2) 현장실험에 따른 극한지지력값은 폐석회층의 매립심도비 0.17일 때 5.84 kg/cm^2 으로 준설토지반에 대하여 10% 이하의 극한지지력 감소율을 관찰할 수 있었으며 그 경향성은 실내 모형시험의 결과와 유사한 결과를 보였다.
- 3) 폐석회층의 매립심도비 0.17, 0.33, 0.5에 따른 현장실험결과에 따른 극한지지력과 Meyerhof의 층상지반의 지지력이론에 따른 이론적 극한지지력값의 비교 결과, 실험에 따른 극한지지력값이 1.25~1.37배 크게 관찰되었다.
- 4) 폐석회층의 매립심도비에 따른 지반반력계수는 콘크리트포장의 경우, $3.6 \sim 8.4 \text{ kg/cm}^3$ 의 범위를 나타내었으며 아스팔트포장의 경우, $2.80 \sim 8.19 \text{ kg/cm}^3$ 으로 관찰되었다. 폐석회의 길이버가 0.17이상에서는 급격한 감소를 관찰할 수 있었다.
- 5) 침하해석 프로그램을 통한 층별 침하량과 총 침하량해석 결과 폐석회층의 매립심도비가 0.2 일 때 각각의 해석방법에 따른 침하량이 10 cm 이하로 일반적 건축구조물의 허용침하량 범위인 10~15cm이하로 관찰되었다.
- 6) 해안 성토매립시 폐기물 재활용 차원에서 폐석회를 대체 매립재로 사용할 경우, 지지력과 침하문제를 최소화할 수 있는 폐석회층의 매립심도비는 0.2이다.

본 연구를 통하여 폐석회를 활용하여 성토매립재로 재활용할 경우, 최적의 매립심도비를 도

출하였다. 향후 지속적인 연구를 통하여 실제 현장 적용성을 고려한 시공방법 및 폐석회의 함수비 변화에 따른 시공방법에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 김성환 (1997), “폐석회를 활용한 점토차수재 개발” 인천대학교 석사학위 논문.
2. 김수삼, 조용기, 송정락, 정승용 (1995), “준설시 매립층의 퇴적특성에 관한 연구”, *대한토목학회 '95년도 학술발표회 논문집 (III)*, pp. 457~460.
3. 인천직할시 (1990), *송도지역 공유수면 매립사업 설계용역 토질조사보고서*.
4. 신은철, 오영인, 김남돈 (1996), “부산석회의 토질 공학적 특성에 관한 연구”, *한국지반공학회 '96 봄 학술발표회 논문집*, pp. 259~264.
5. 신은철, 오영인, 김성환 (1996), “부산석회를 활용한 연약지반 안정처리 기술개발에 관한 연구”, *대한토목학회 '96년도 학술발표회 논문집 (III)*, pp. 487~490.
6. 이승, 김수삼 (1995), “해안매립과 연약지반 개량을 위한 신기술 개발에 관한 연구”, 삼성중공업, 연구보고서.
7. 유남재, 유건선, 고경환, 이종호 (1996), “준설매립토의 자중압밀 특성연구”, *대한토목학회 '96년도 학술발표회 논문집 (III)*, pp. 523~526.
8. “준설, 매립, 인공섬 (Dredging, Reclamation and Artificial Islands)”, *한국지반공학회 '92 가을학술 발표 논문집*
9. 한국건설기술연구원 (1997), “인공차수재 및 복토재 개발”, *제 2단계 1차년도 보고서*, pp. 190~369.
10. Bowles, J. E. (1968), “*Foundation Analysis and Design*”, McGraw-Hill, New York, p.86.
11. Bowles, J. E. (1977), “*Foundation Analysis and Design*”, McGraw-Hill, New York.
12. D'Appolonia, E., and D'Appolonia, D. J. (1970), “Use of the SPT to Estimate Settlement of Footings on Sand”, *Conference on Interbedded Sand*, Perth, Australia.
13. Das, B. M. (1995), “*Principles of Foundation Engineering*”, PWS.
14. Bowles J. E. (1992), “*Engineering Properties of Soils and Their Measurement*”, International Edi-

- tion, McGRAW-HILL Civil Engineering Series, McGRAW-HILL.
15. Lambe, T. W., and Whitman, R. V. (1979), "Soil Mechanics SI Version", John Wiley & Son, New York, 1969.
 16. Meyerhof, G. G. (1965), "Shallow Foundation", *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division*, ASCE, Vol 91, No. SM2, pp. 21-31.
 17. Meyerhof, G. G. (1974), "Ultimate Bearing Capacity of Footings on Sand Layer Overlaying Clay", *Canadian Geotechnical Journal*, Vol. 11, No. 2, PP. 224-229.
 18. Meyerhof, G. G. and Hanna, A. M. (1978), "Ultimate Bearing Capacity of Foundation on Layered Soil Under Inclined Load", *Canadian Geotechnical Journal*, Vol. 15, No. 4, pp. 565-572.
 19. Reed, L. M. and Radhakrishnan N. (1980), "Computer Programs for Settlement Analysis", U.S. Army Engineer Division, Lower Mississippi Valley, Instruction Report K-80-5.
 20. Schmertmann, J. H. (1970), "Static Cone to Compute Static Settlement Over Sand", *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division*, ASCE, Vol 96, No. SM3, pp. 1011-1043.
 21. Schultze, E. and Sherif, G. (1973), "Prediction of Settlements from Evaluated Settlement Observations for Sand", *Proceedings 8th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, pp. 225-230.
 22. Steinbrenner, G. F. (1963), "Tafeln zur Setzungsberechnung", *Die Strasse*, Vol. 1, pp. 121-124.
 23. Terzaghi, K. (1923a), "Die Berechnung der Durchlässigkeitsziffer des Tonnes aus dem Verlauf der Hydrodynamischen Spannungserscheinungen", *Sitzber. Akad. Wiss. Wien, Abt. IIa*, Vol. 132.
 24. Tomlinson, M. J. (1986), "Foundation Design & Construction", Longman Scientific & Technical, England.
 25. Terzaghi, K. and Frohlich, O. K. (1936), "Theorie der Setzung von Thoschiten", F. Deuticke, Leipzig.
(접수일자 1999. 3. 19)