

## 성토체 압축침하량 산정에 관한 연구

### An Experimental Study for Estimation of Compression Settlement on Embankment Material Under Self-weight

권 정 근<sup>1)</sup> · 노 일 권<sup>2)</sup> · 정 주 영<sup>3)</sup> · 임 종 철<sup>†</sup>

Kwon, Jeonggeun · Noh, Ilkwon · Jung, Juyoung · Im, Jongchul

**ABSTRACT** : In earthwork projects, the designer considers cut and fill balance for minimizing earthwork which may significantly decrease construction costs. Despite carrying out considerable earthwork design, the decrease in volume of earth occurs in construction sites because of embankment settlement under self-weight, consolidation settlement of soft ground, cavity filling and soil loss due to rainfall-runoff. To reflect the decrease in volume of earth, the specifications for road construction just give shrinkage factors in embankment for soils without consideration of embankment settlement under self-weight. In this study, the computational method is used to estimate the amount of embankment settlement under self-weight developed by Iseda (1972) and Ishii (1976). This research shows that the total compression settlements are between 3 to 10 percent of embankment height according to the property of embankment material and embankment height. As a result, the designer should consider the compression settlement on embankment material under self-weight.

**Keywords** : Earthwork, Embankment, Embankment settlement, Self-weight

**요 지** : 성토 시공시, 경제적인 시공을 위해 절·성토량의 균형을 중요하게 고려되어야 할 사항이다. 그러나 실제 완성기면까지 성토시 성토체 자체의 압축침하와 연약지반 성토시 발생하는 제체하부 원지반의 압밀침하, 암 버력 사이의 간극 메움에 의한 침하와 강우와 유출시 발생하는 토량 손실에 의한 성토량의 부족분이 발생하고 있다. 성토량의 부족분에 대한 지침은 도로공사 시방서에 토량환산계수를 통해 설계하도록 되어 있지만 성토체 자체의 압축침하에 의한 부족분은 고려되고 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 伊勢田(1972)와 石井(1976)가 제안하고 있는 성토체의 제체압축침하량 산정기법을 적용하여 국내 여러 현장의 성토체를 대상으로 발생가능한 압축침하량을 산정하였다. 본 연구결과 성토고 및 성토재의 종류에 따라 성토고의 약 3~10%내외의 전침하량이 발생하는 것으로 나타났다. 그러므로 실제 설계시 성토재의 특성 및 성토고를 고려한 성토체의 즉시침하 및 크리프 침하를 반영한 설계가 필요할 것으로 판단된다.

**주요어** : 토공, 성토, 제체침하량, 자중

## 1. 서 론

도로공사 시방서 상에는 성토할 흙의 종류에 따라 토량 환산계수를 적용하여 설계 시 토공량 산정에 이용하고 있으나, 이는 광범위한 개념으로 사용되므로 실제 현장에서 잘 맞지 않는 경우가 빈번하다. 여기서 토량환산계수는 성토체 자체의 자중에 의한 압축침하(즉시 및 크리프)에 기인하는 토량부족분을 고려하지 않은 값이다. 필댐의 경우 댐체의 장기침하는 재료의 압축성과 축조시 다짐의 불균 등에서 오는 공극 등을 고려하여 제체 축조 완료 후로부터 댐높이의 통상 0.1%~0.35% 정도로 추정하고 있으나 더 쌓기 높이는 댐 높이의 1% 내외로 댐 재료의 특성등을 고려하지 못하고 일률적으로 적용하고 있는 실정이다(건설교

통부, 2005). 성토체의 제체 압축량 산정에 관한 연구는 伊勢田(1972)와 石井(1976)에 의해 재하시간과 침하량과의 관계로 성토체의 압축침하량을 산정하는 식을 제안하였으나, 이는 식을 구성하는 상수값의 산정방법이 다소 불명확하게 표현되어 있다. 따라서 본 연구에서는 국내 건설현장에 성토재료로 사용되고 있는 다양한 시료를 채취하여 다짐도에 따른 압축시험을 실시하여 응력단계에 따른 즉시 변형률과 크리프 변형률을 산정한 뒤 성토체의 다짐도와 건조단위중량에 따라 자중에 의한 압축량을 산정하고자 한다. 이를 토대로 제안한 산정방법이 실제 설계단계에 활용하여 성토체 자중에 의한 압축침하량을 산정할 수 있도록 하고자 한다.

1) 정회원, 부산대학교 토목공학과 박사수료

2) 비회원, (주) 건화 엔지니어링

3) 정회원, 부산대학교 토목공학과 석사과정

† 비회원, 부산대학교 토목공학과 정교수(E-mail : imjc@pusan.ac.kr)

## 2. 종래의 연구

### 2.1 압축상수를 이용한 성토자중에 의한 침하량 추정

伊勢田(1972)와 石井(1976)는 모드 속에서 소정의 밀도로 다짐한 공시체에 일정한 재하하중을 정적으로 가하면, 그 재하시간(t)과 침하량(전 압축변형률  $\varepsilon$ )의 관계를 식 (1)로 나타내었다.

$$\varepsilon = a + b \log t \quad (1)$$

여기서  $a$ 는 즉시변형률,  $b$ 는 직선의 구배,  $b \log t$ 는 크리프 변형률을 나타낸다.

또한 공시체상에 일정진동수의 반복재하 하중을 가한 결과에 의하면 식 (1)을 식 (2)로 나타나는 결과가 얻어진다(日本國有철도, 1978).

$$\varepsilon = a + b \log N \quad (2)$$

여기서,  $\varepsilon$ ,  $a$ ,  $b$ 는 전술한 바와 같고,  $N$ 은 재하횟수를 의미한다.

이 경우  $a$ ,  $b$  등의 정수는 주로 흙의 종류, 함수비 및 강도의 영향을 받고 특히 함수비가 어떤 일정값 이상으로 되면 양상은 급변하며, 분니(噴泥)상태가 됨과 동시에 침하는 급격히 진행된다고 하고 있다. 따라서 여러 가지의 흙에 대한  $a$  및  $b$ 의 관계를 알면, 실제의 시공조건을 적용시킴으로써 시공 중 및 시공후의 성토자중에 의한 압축침하량을 파악할 수 있다.

$b$ 값에 영향을 미치는 다짐도, 함수비, 재하강도 등을 변화시켜, 그 경향을 조사한 결과에 의하면, 다짐도가 커지면  $b$ 값은 작아지고, 95% 이상의 다짐도일 때면 큰 차이가 없어진다는 것, 최적함수비에 대한 값이 최소가 되는 것, 재하강도가 커지면  $b$ 값이 커진다는 것이 판명되고 있다. 또 최적함수비보다 큰 함수비에서는 세립분 함유율이 높은 흙일수록 높은  $b$ 값을 나타내고 있다.

### 2.2 $e \sim \log p$ 곡선을 이용한 성토자중에 의한 침하량 추정

성토재료가 균질등방이고, 성토의 압축침하는 그 중심에서 일어나고, 연직방향으로 작용하는 응력에 의해서만 생긴다고 가정한다. 침하의 초기, 즉 성토 완성 시에 대한 간극비 및 단위체적중량은 동일하다고 가정한다. 또한 성토의 압축침하는 구속압축시험(일반적으로는 압밀시험으로 대응하며, 시료는 불 포화토)으로 얻어진 간극비와 하중의 대수와의 관계를 나타낸 곡선의 직선부에 연해서 생긴다고

가정해서 산출한다(伊勢田(1972), 石井(1976)).

상기의 가정에 따라서 성토자중에 의한 침하의 추정은 다음 순서에 의한다.

- ① 식 (3)에 의해 매개변수  $\lambda$ 를 계산한다.
- ② 이  $\lambda$ 를 사용해서 식 (4) 또는 그림 1에 의해 자중에 의한 침하지수  $S$ 를 구한다.
- ③ 이  $S$ 를 사용해서 식 (5)에 의해 침하량  $\Delta H$ 를 구한다.
- ④ 성토내의 응력분포는 정수압분포와 같은 식 (6)에 의해 구한다.

$$\lambda = \frac{\sigma_i}{\gamma H} = \frac{\sigma_i(1+e_i)}{\gamma_w G_s(1+w)H} \quad (3)$$

$$S = -\log \lambda - M(1-\lambda) \quad (4)$$

$$\Delta H = S \frac{HC_c}{1+e_i} \quad (5)$$

$$\sigma = \gamma z = \frac{\gamma_w G_s(1+w)}{1+e_i} z \quad (6)$$

여기서,  $\alpha$ 는 매개변수,  $e_i$ 는 성토 완성 시에 대한 성토재료의 초기 간극비,  $\sigma_i$ 는 성토재료의 구속압축시험(불 포화토 압밀시험)의 결과로서 간극비  $e_i$ 에 대응하는 초기내부응력( $\text{kN/m}^2$ )이며,  $C_c$ 는 성토재료의 구속압축시험으로 구한 압축지수,  $\gamma$ 는 성토 완성시에 대한 성토재료의 단위 체적중량( $\text{kN/m}^3$ ),  $\gamma_w$ 는 물의 단위 체적중량( $\text{kN/m}^3$ ),  $G_s$ 는 성토재료의 비중,  $w$ 는 성토 재료의 함수비(%),  $S$ 는 성토자중에 의한 침하지수,  $M$ 은 자연대수 바탕의 상용대수(=0.4343),  $H$ 는 성토의 초기높이(cm),  $\Delta H$ 는 성토의 자중에 의한 침하량(cm),  $\sigma$ 는 성토 내에서 연직방향으로 작용하는 응력( $\text{kN/m}^2$ ),

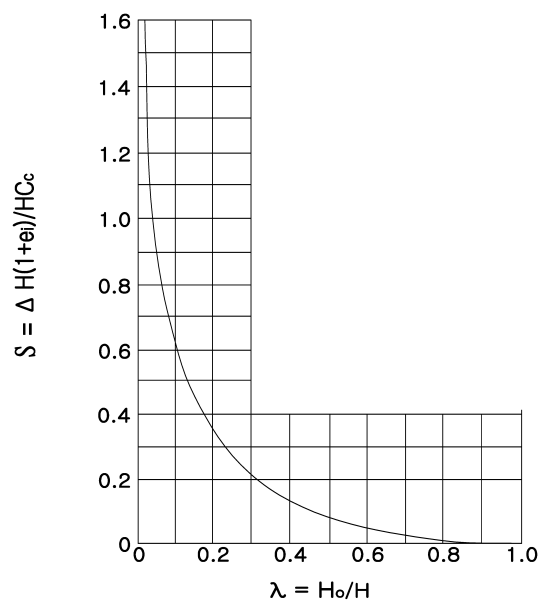


그림 1.  $S \sim \lambda$ 의 관계(日本土質工学会, 1979)

z는 성토표면에서부터의 깊이(cm)를 의미한다.

### 3. 성토체의 압축침하의 사례

#### 3.1 고세이션 노반상 슬래브궤도구간

그림 2는 고세이션 노반상 슬래브궤도구간의 철도성토 시공 중 및 시공 후의 크리프침하에 대한 예이다. 그림 2의 시공구간은 비교적 양호한 지반(상층 N : 6~8 실트혼합 중간모래, 하층 N=40 이상의 자갈모래) 위에 노반상 슬래브궤도가 부설되었는데, 궤도 측으로부터 요구되는 엄격한 침하제한(공용 개시후의 최종침하량 3cm) 때문에, 지반 및 성토의 설계, 시공은 신중하게 실시되었다. 여기서, 성토재료는 화강풍화토(GW~SW), 성토높이는 16m이다. 시공후의 전 침하량은 약 10cm, 공용 2년간의 침하량은 1cm가 기록되어 있다. 고세이션 노반상 슬래브궤도구간은 양질의 토사와 엄격한 시공관리기준으로 성토를 시공하였음에도 불구하고, 공용 개시 후 관리기준을 넘어서는 압축침하가 발생하였다는 점에서 제체자체의 압축성에 대한 연구의 필요성을 제고해 볼 수 있다.

#### 3.2 일본 산요우(山陽)신간선(철도)

그림 3은 산요우 신간선 구간 내 교대 배면부의 성토에 생긴 침하의 전형적인 예로서, 공용 후 6개월을 경과한 시점의 수준측량에 의한 성토천단고의 종단방향의 변화를 나타낸 것이다. 교대 배면부의 침하가 특히 현저한 것을 알

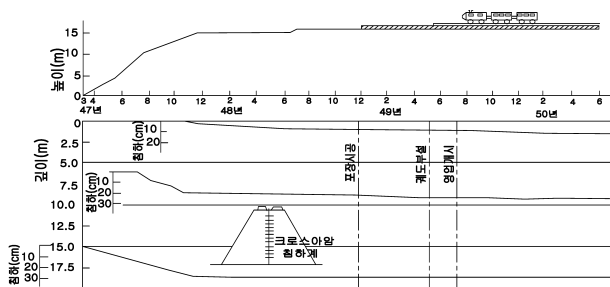


그림 2. 철도성토의 시공 중, 사용 후의 침하(고세이션 노반상 슬래브궤도구간 73k 762m 200)(日本土質工學會, 1979)

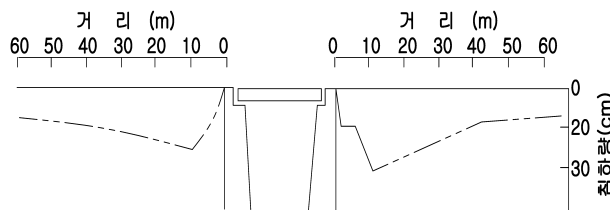


그림 3. 교대배면부의 성토침하상황(산요우신간선 948 k 350m 부근)(室町 등, 1926)

수 있다.

### 4. 실내시험

성토체 제체 압축특성을 분석하기위해 경상북도 울진, 경상남도 의령, 경상북도 경주, 경기도 안산, 충청남도 공주의 성토현장(그림 4 참조)에서 시료를 채취하여 기본물성시험과 압축시험을 실시하였다.

#### 4.1 기본물성시험 및 다짐시험

각 지역에서 채취한 성토체의 기본물성시험 결과 비중은 2.64~2.73이었고, 체분석결과 모래함유량은 54.4%~ 93.28%로 나타났다. 흙의 분류는 통일 분류법(USCS)로 SP, SW로 나타났다. 다짐시험은 일반적인 도로의 경우 고성토화와 중차량이 증가하는 추세이므로 KS F 2312에 규정되어 있는 D-TYPE을 실시하였다. 다짐시험을 실시한 결과, 지역에 따라 최대건조단위중량은 18.67kN/m<sup>3</sup>~20.35kN/m<sup>3</sup> 이었고, 최적함수비는 8.56%~11.75%로 나타났다. 기본물성시험 및 다짐시험결과는 그림 5와 표 1에 나타내었다.



그림 4. 압축시험 시료채취 현장

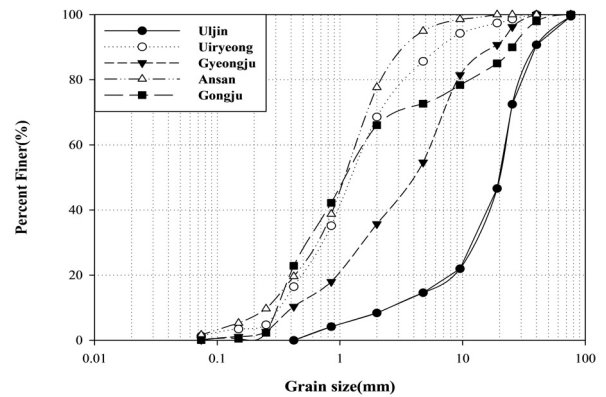


그림 5. 시료의 입도분포곡선

표 1. 기본물성시험 결과

Location	UCSC	Specific Gravity ( $G_s$ )	$D_{10}$	$D_{30}$	$D_{60}$	$C_u$	$C_g$	Sand (%)	Silt & Clay (%)	Maximum dry density ( $kN/m^3$ )	Optimum moisture content (%)
Uljin	SW	2.65	0.15	0.6	1.5	10	1.6	86.53	4.18	18.67	11.75
Uiryong	SP	2.64	0.3	0.7	1.6	5.33	1.02	85.30	1.30	19.12	11.65
Gyeongju	SW	2.71	0.4	1.5	5.5	13.75	1.02	54.44	0.19	19.28	11.17
Ansan	SW	2.73	2.4	0.63	1.6	6.67	1.03	93.28	1.65	19.82	8.56
Gongju	SP	2.64	0.30	0.55	1.6	5.33	0.63	72.55	0.08	20.35	10.08

4.2 압축시험

흙은 다짐하는 정도에 따라 흙속의 간극이 변하기 때문에 압축성이 다르게 된다. 다짐도에 따라 변화하는 압축특성을 분석하기 위해 다짐도를 변화시켜 압축시험을 실시하였다. 필댐의 석괴재료의 경우 대형압밀시험장치를 이용하여 응력-변형특성을 파악하지만 성토재의 경우 입경이 작고 실제 성토재의 강도정수 파악을 위한 직접전단시험이 압밀링과 동일한 직경 6cm, 높이 2cm셀에서 수행되므로 본 연구에서는 압축시험을 표준 압밀시험장치를 이용하여 수행하였다.

압축시험방법은 다음과 같다.

- ① 각 시료에 대해서 먼저 실시한 다짐 시험 상에서 최적함수비를 구한다.
- ② 구해진 최적함수비로 각 시료를 교반하여 25회 35회 45회 55회로 다짐횟수를 달리하여 직경 6cm, 높이 2cm의 링으로 다져진 시료를 구속하여 공시체를 제작한다.
- ③ 제작된 공시체에 재하 장치를 설치하고, 40, 80, 160, 320, 640  $kN/m^2$ 의 상재하중을 재하하고, 각 하중단계에 대해서 8sec, 15sec, 30sec, 1min, 2min, 4min, 8min, 15min, 30min, 1hr, 2hr, 4hr의 시간으로 침하량을 측정한다. 단, 압밀시험과는 달리 재하 시 시료에

대해서는 불포화 상태를 유지해야한다.

4.2.1 압축시험결과

각 지역에서 채취한 시료에 대해 다짐횟수를 25회, 35회, 45회, 55회로 달리하여 각 다짐횟수에 따른 압축시험을 실시한 결과 25회 다짐시는 건조단위중량이 17.42  $kN/m^3 \sim 18.35 kN/m^3$ 이었고, 35회 다짐시는 17.89  $kN/m^3 \sim 18.77 kN/m^3$ , 45회 다짐시는 18.18  $kN/m^3 \sim 19.06 kN/m^3$ , 55회 다짐시는 18.36  $kN/m^3 \sim 19.62 kN/m^3$ 로 나타났으며, 그 결과는 그림 6과 같다. 압축시험의 경우 다짐횟수변화에 대해

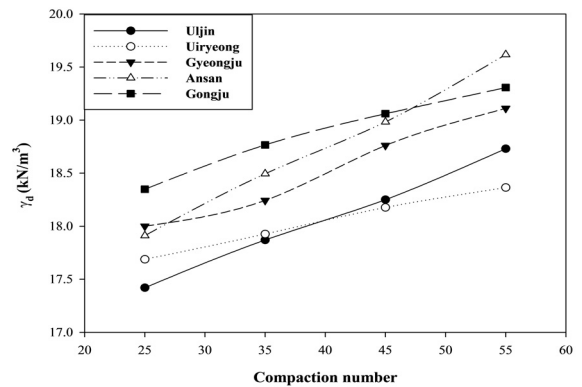
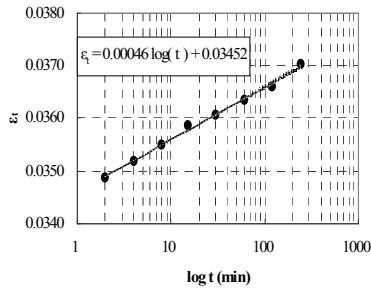


그림 6. 다짐횟수별 건조단위중량

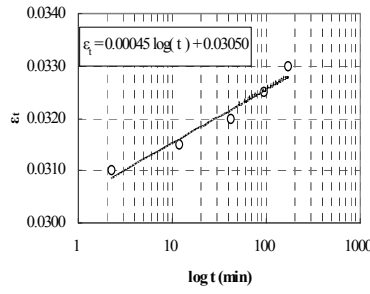
표 2. 각 시료의 응력 단계별 압축변형률(다짐횟수 55회)

Compressive pressure ( $kN/m^2$ )	Location	Uljin		Uiryong		Gyeongju		Ansan		Gongju	
	Compaction Number	55		55		55		55		55	
	Dry density ( $kN/m^3$ )	18.73		18.36		19.11		19.62		19.31	
Compression strain	$\epsilon_i$	$\epsilon_i$	$i_c$	$\epsilon_i$	$i_c$	$\epsilon_i$	$i_c$	$\epsilon_i$	$i_c$	$\epsilon_i$	$i_c$
	40	0.00282	0.00022	0.00620	0.00015	0.00679	0.00034	0.01067	0.00028	0.00743	0.00020
	80	0.00654	0.00034	0.00913	0.00034	0.01727	0.00048	0.01595	0.00031	0.01095	0.00031
	160	0.01518	0.00047	0.01523	0.00034	0.02902	0.00055	0.02282	0.00034	0.01580	0.00035
	320	0.02337	0.00047	0.02148	0.00040	0.04373	0.00066	0.03002	0.00046	0.02193	0.00036
640	0.03452	0.00046	0.03050	0.00045	0.06124	0.00062	0.04148	0.00053	0.02933	0.00039	

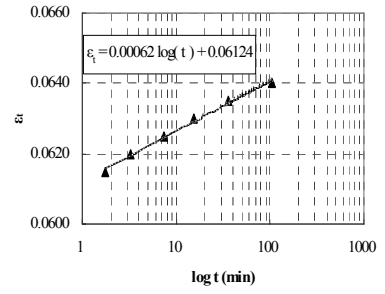
\*  $\epsilon_i$  : y intercept,  $i_c$  : slope



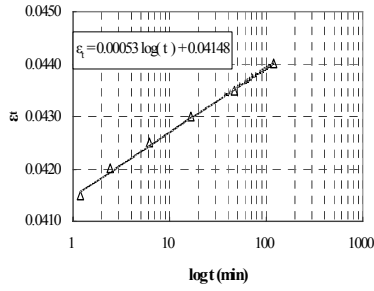
(a) 울진



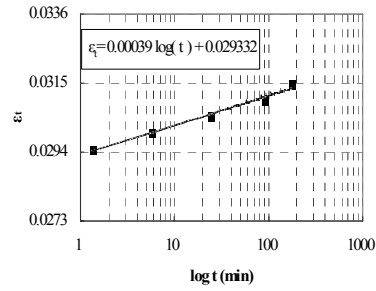
(b) 의령



(c) 경주



(d) 안산



(e) 공주

그림 7. 각 시료의 시간과 변형률의 관계

응력을  $40\text{ kN/m}^2 \sim 640\text{ kN/m}^2$ 로 재하 하여 시간과 변형률과의 관계를 구하고, 각 시료의 55회 다짐시  $640\text{ kN/m}^2$ 일 때의 결과를 그림 7 및 표 2에 나타내었다.

## 5. 실험결과 및 고찰

### 5.1 압축상수의 결정

伊勢田(1972)와 石井(1976)가 제안하고 있는 식 (1)의 압축상수  $a$ ,  $b$ 를 결정하기 위해서 각각의 시료에 대한 압축시험을 실시하였으며, 각 시료의 건조단위중량과 응력에 따른 시간과 변형률과의 관계는 식 (7)과 같은 함수의 관계로

나타낼 수 있다.

$$\varepsilon_i(\sigma') = F(t) \quad (7)$$

식 (7)의 결과에서 얻어지는  $y$ 절편과 기울기의 값으로 건조단위중량에 따른 응력과의 식 (8), 식 (9)로써 나타낼 수 있으며, 그 식에 따른 결과를 울진시료에 대해 그림 8~9에 나타내었다.

$$a = F(\sigma') \quad (8)$$

$$b = F(\sigma') \quad (9)$$

그림 8~9의 결과에서 식 (1)의 압축상수  $a$ ,  $b$ 는 식 (10), 식 (11)로 나타낼 수 있다.

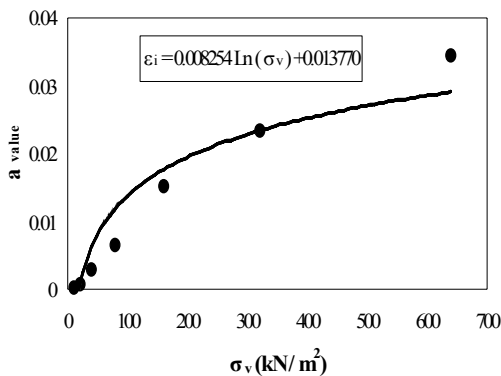


그림 8. 건조단위중량  $18.73\text{ kN/m}^3$ 에서의 울진시료의 응력과 a와의 관계

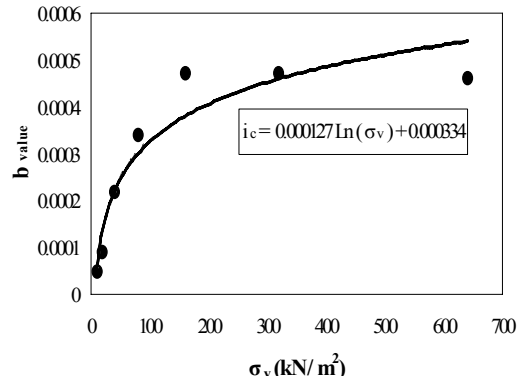


그림 9. 건조단위중량  $18.73\text{ kN/m}^3$ 에서의 울진시료의 응력과 b와의 관계

$$a = c + d \ln(\sigma') \quad (10)$$

$$b = e + f \ln(\sigma') \quad (11)$$

식 (10), 식 (11)을 구성하는 상수 c, d, e, f는 건조단위중량과 식 (8), 식 (9)의 결과에서 얻어지는 y절편과 기울기와 관계로써 구할 수 있으며, 그 결과는 그림 10~13으로 나타내어지며, 각 시료의 최대건조단위중량에 대해서는 표 3의 결과를 얻을 수 있다.

## 5.2 압축침하량 산정

앞서 기술한 결과로 伊勢田(1972)와 石井(1976)가 제안하고 있는 식 (1)에 의해 성토체 압축침하량을 산정할 수 있

으나, 그림 14와 같이 성토체는 단계별로 시공하게 되고, 성토고에 따라서 각층에 작용하는 자중응력도 달라지게 되므로 식 (1)은 식 (12)와 같이 나타내어질 수 있다.

$$\begin{aligned} \Delta H &= (\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3 + \dots + \Delta H_n) \\ &= (a_1 \cdot H_1 + b_1 \cdot H_1 \log(t)) + (a_2 \cdot H_2 + b_2 \cdot H_2 \log(t)) \\ &\quad + \dots + (a_n \cdot H_n + b_n \cdot H_n \log(t)) \\ &= \sum_{i=1}^n \{a_i \cdot H_i + b_i \cdot H_i \cdot \log(t)\} \end{aligned} \quad (12)$$

(여기서,  $\sum_{i=1}^n \{a_i \cdot H_i\}$ : 즉시 침하량,  $\sum_{i=1}^n \{b_i \cdot H_i \cdot \log(t)\}$ : 크립 침하량)

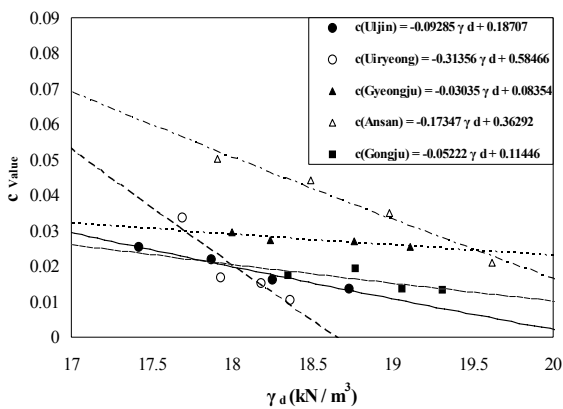


그림 10. 건조단위중량에 따른 c 값의 변화

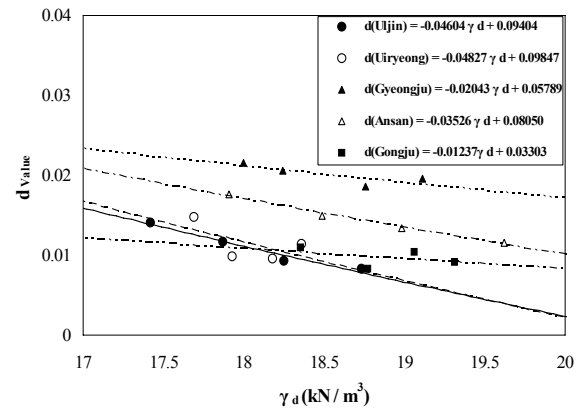


그림 11. 건조단위중량에 따른 d 값의 변화

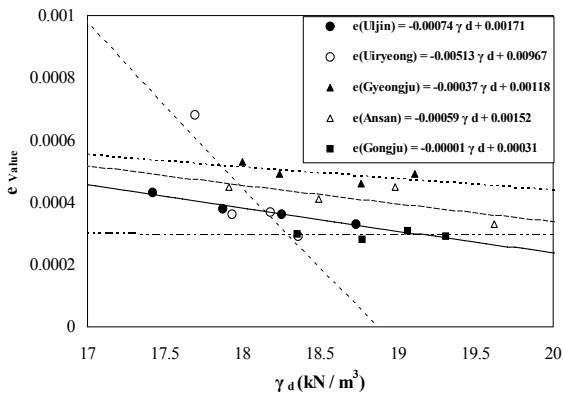


그림 12. 건조단위중량에 따른 e 값의 변화

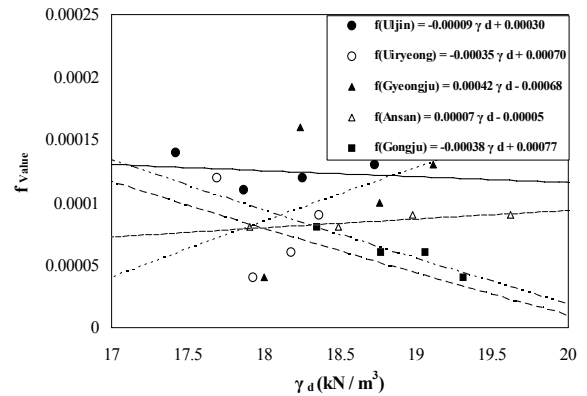


그림 13. 건조단위중량에 따른 f 값의 변화

표 3. 최대건조단위중량에 따른 c, d, e, f값 산정

Location	Uljin	Uiryeong	Gyeongju	Ansan	Gongju
Maximum dry unit weight ( $kN/m^3$ )	18.67	19.12	19.28	19.82	20.35
c	0.03105	0.04509	0.03088	0.05348	0.01882
d	0.01668	0.01541	0.02244	0.01760	0.01037
e	0.00047	0.00084	0.00054	0.00047	0.00029
f	0.00015	0.00010	0.00009	0.00007	0.00007

표 4. 성토고에 따른 압축침하량

Location	Uljin			Uiryong			Gyeongju			Ansan			Gongju		
	H (m)	S <sub>i</sub> (cm)	S <sub>cr</sub> (cm)	S <sub>t</sub> (cm)	S <sub>i</sub> (cm)	S <sub>cr</sub> (cm)	S <sub>t</sub> (cm)	S <sub>i</sub> (cm)	S <sub>cr</sub> (cm)	S <sub>t</sub> (cm)	S <sub>i</sub> (cm)	S <sub>cr</sub> (cm)	S <sub>t</sub> (cm)	S <sub>i</sub> (cm)	S <sub>cr</sub> (cm)
5	27.5 (5.50)	2.3	29.8 (5.96)	33.8 (6.76)	3.3	37.1 (7.42)	31.9 (6.38)	2.3	34.2 (6.84)	39.9 (7.98)	1.9	41.8 (8.36)	17.3 (3.46)	1.4	18.7 (3.74)
10	64.2 (6.42)	5.1	69.3 (6.93)	76.0 (7.60)	7.0	83.0 (8.30)	76.1 (7.61)	4.9	81.0 (8.10)	89.5 (8.95)	4.2	93.7 (9.37)	40.3 (4.03)	3.0	43.3 (4.33)
15	105.1 (7.00)	8.2	113.3 (7.55)	122.2 (8.14)	10.8	133.0 (8.87)	126.1 (8.41)	7.6	131.0 (8.73)	143.5 (9.57)	6.5	150.0 (10.0)	66.0 (4.40)	4.7	70.7 (4.71)
20	148.8 (7.44)	11.5	160.3 (8.02)	171.0 (8.55)	14.8	171.0 (8.55)	179.8 (8.99)	10.5	190.3 (9.52)	200.6 (10.03)	9.0	209.6 (10.5)	93.3 (4.66)	6.6	99.9 (4.99)

\* ( )내는 성토고에 따른 압축률(%)를 의미함.

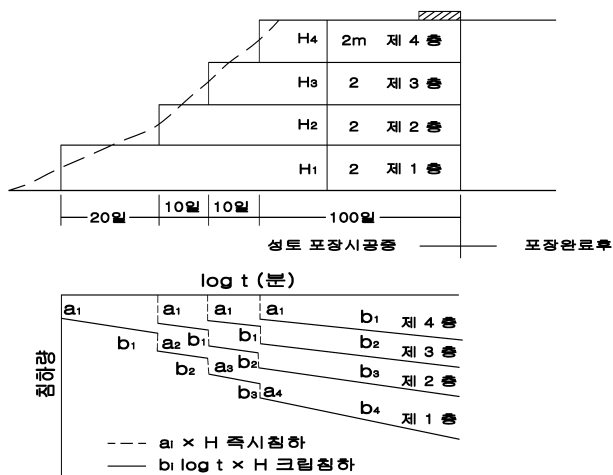


그림 14. 성토의 자중에 의한 침하(石井, 1976)

식 (10), 식 (11), 식 (12)을 이용하여 각 현장의 성토고를 5~20m로 가정할 경우의 결과를 표 4에 나타내었다.

## 6. 결 론

본 연구에서는 伊勢田(1972)와 石井(1976)가 제안한 성토 자중에 의한 압축률 구하는 산정식을 압축시험을 실시하여 증명하고자 하였으며, 이를 토대로 성토 설계 시에 적용 할 수 있을 것으로 판단된다. 그 결론은 다음과 같다.

- (1) 국내 건설현장의 성토체를 채취하여 물성시험과 압축 시험을 실시한 결과 伊勢田(1972)와 石井(1976)가 제안한  $\epsilon = a + b \log t$ 는  $\Delta H = \sum_{i=1}^n \{a_i \cdot H_i + b_i \cdot H_i \cdot \log(t)\}$ 로 나타낼 수 있었다.
- (2) 성토재료에 따라 압축시험을 실시한 결과 각 시료에 대해서 5m 성토시 즉시침하에 대해서는 17.3(3.46%)~39.93(7.98%)cm의 침하량(압축률)을 나타내었고, 10m 성토 시는 40.3(4.03%)~89.5(8.95%)cm의 침하량(압축률)을

나타내었으며, 20m의 고 성토에 대해서는 93.3(4.99%)~200.6(10.48%)cm의 높은 침하량(압축률)을 보였다. 대부분의 침하가 초기 즉시침하의 형태로 발생함으로 이를 반영한 토량환산계수의 적용 또는 본 연구와 동일한 과정을 거친 실험 및 분석을 통해 성토체의 토공량 산정에 반영되어야 될 것이다.

- (3) 성토 완료 후에 발생하는 크리프침하(10년간의 침하)에 대해서는 각 시료에 대해 5m 성토 시 1.4~3.3cm였으며, 10m 성토 시는 3.0~7.0cm, 20m 성토 시에는 6.6~14.8cm의 작은 침하량을 보였다. 그러나 침하관리기준이 엄격한 철도시설물과 같은 경우 사용될 성토재료의 압축시험을 통해 장기침하를 예측하여 시설물의 안정성을 보완하여야 할 것이다.
- (4) 압축시험을 실시하여 압축상수에 의해 성토체 자중에 대한 제체 자체의 압축침하량(압축률)을 연구한 결과 성토 재료의 종류와 성질에 따라 다소 차이가 나타났으며, 20m의 고성토의 경우 전침하량(즉시 침하량과 10년간의 크리프 침하량)은 시료에 따라서 106.6(5.33%)~220.5(11.0%)cm의 범위를 나타내었다. 그러므로 성토재 및 시공 성토고에 따른 압축침하량을 산정하여 설계에 반영하는 것이 필요하다.

## 감사의 글

이 논문은 부산대학교 자율과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음.

## 참 고 문 헌

1. 건설교통부 (2005), 댐설계기준.

2. 室町ほか (1926), 山陽新幹線岡山・博多間における土路盤の土質工学的考察、鉄研報告、NO. 1010 pp. 155~167.
3. 石井 (1976), 盛土の圧縮沈下、日本道路公団試験所技術情報、32号、pp. 15~18.
4. 伊勢田ほか (1972), 粘性土を材料とする高盛土の沈下、土木技術資料、14-6, pp. 5~10.

5. 日本国有鉄道 部内資料 (1978), 土の圧縮特性試験、pp. 126~128.
6. 日本土質工学会 (1979), 盛土の調査・設計から施工まで、現場技術者のための土と基礎シリーズ4. pp. 182~170.
7. 日本土質工学会 (1979), 鉄道盛土の沈下の推定、土と基礎用数式・図表の解説、土質基礎工学ライブラリー7, pp. 313~317.

(접수일: 2009. 3. 20 심사일: 2009. 4. 1 심사완료일: 2009. 5. 14)