

Mikasa 압밀이론에 의한 준설토지반의 압밀기간 산정에 관한 연구

Estimation of Consolidation Period for Dredged Soil by Mikasa Theory

주 재 우*¹ Ju, Jae-Woo
정 규 향*² Cheong, Gyu-Hyang
조 진 구*³ Cho, Jin-Goo

Abstract

Dredged soil experiences large settlement during consolidation because of its high water contents. Large settlement alters the thickness of the consolidation layer greatly with time. However, the consolidation theory proposed by Terzaghi assumes the thickness of the consolidation layer to stay constant. Mikasa has developed a more rational theory considering the change of thickness of consolidation layer but it is not well applied at the site. In this study consolidation tests have been performed using Rowe cell for the four dredged clay samples with a water content of 100%, 120%, 133% and 150%. From the test results compression index characteristics and coefficient of consolidation characteristics have been investigated. Coefficients of consolidation obtained by Terzaghi's and Mikasa's theories, have been evaluated and compared with each other. When Mikasa theory is applied in the field design, the period to reach the required degree of consolidation has been reduced compared with the result by Terzaghi theory because the time factor T_v by Mikasa theory decreases with increasing of final strain of consolidation layer. Calculation method consolidation time by Mikasa theory was concisely explained for its practical use.

요 지

준설토지반은 보통 연약지반에 비해 상당히 큰 압밀침하가 발생하기 때문에 압밀과정 중 층 두께의 변화가 크다. Mikasa는 층 두께의 변화를 고려하는 더욱 합리적인 압밀계산법을 연구 발표하였으나 아직 국내 현장에서 많이 활용되고 있지 않은 실정이다. 본 연구에서는 100%, 120%, 133%, 150%의 함수비를 갖는 준설토 지반에 대해 Rowe cell 압밀시험기를 이용한 시험을 수행하여 준설토의 압밀특성을 분석하였으며, 층 두께의 변화를 고려하지 않는 경우와 층 두께의 변화를 고려하는 경우 각각 압밀계수를 구하여 비교하였다. 또한 실제 현장 예를 상정하여 압밀기간을 구하여 보았는데, 그 결과 압밀기간은 층 두께의 변화를 고려한 Mikasa 이론의 경우가 그렇지 않은 Terzaghi 이론의 경우보다 짧게 산정되었다. 그리고, 더욱 정확한 결과를 주는 Mikasa 이론이 실용적으로 이용될 수 있도록 압밀계산법에 대해 자세히 언급하였다.

Keywords : Coefficient of consolidation, Dredged soil, Large settlement, Mikasa theory

*1 정희원, 순천대학교 토목환경공학부 교수 (Member, Prof., Faculty of civil and Environmental Eng., Suncheon Univ.)

*2 정희원, 전남대학교 대학원 농공학과 박사과정수료 (Member, Ph.D. Candidate, Agricultural Eng., Chonnam Univ., choonggh@hanmail.net)

*3 전남대학교 생물산업공학과 교수 (Prof., Biosystems & Agricultural Eng., Chonnam Univ.)

1. 서론

국내의 간척공사에 있어서 준설매립재료로 사질토사가 바람직하지만 국내의 여건상 양질토사의 고갈, 준설된 해성점토의 외해 투기의 어려움 등으로 해성점토도 많이 이용되고 있다. 이러한 해성점토는 준설투기시 고함수비 상태로 배사관을 통해 가토제 내에 투기된 후 건조수축과정을 거쳐 상부에 고결층을 형성하게 된다 (Cargill, 1984). 그러나, 하부는 여전히 고함수비 상태로 존재하게 되며, 이러한 준설토위에 지반개량을 위한 복토를 하는 경우, 상재하중이 가해지면 전체 두께의 1/3~1/2정도나 되는 압밀침하가 발생하는 경우가 많다 (三笠正人, 1963). 이러한 슬러리상태의 준설토는 함수비가 매우 커서 성형이 어렵고, 또한 미립자들이 압밀링 주변으로 흘러나오기 때문에, 일반적인 압밀시험기로는 시험이 불가능하며 Rowe cell 압밀시험기를 필요로 한다 (Rowe, 1966). 본 연구에서는 100%, 120%, 133%, 150%의 함수비를 갖는 준설토를 재성형하여 압밀시험을 수행하였으며, 시간경과효과는 고려하지 않았다. 압밀계수 계산에 있어서 기존의 이론과 Mikasa가 제안한 방법을 이용하여 계산한 후 비교를 행하였다. 여기서 이용된 Mikasa이론은 투수계수, 체적압축계수는 압밀중에 변하는 것을 허용하며 압밀계수는 Constant한 것으로 가정하였고, 층 두께의 변화를 중요인자로 한다. 그리고 실제 예를 상정하여 압밀기간을 기존의 방법과 Mikasa방법에 의해 계산을 행하여 비교를 행하였으며, Mikasa가 제안했던 이론이 실용적으로 이용될 수 있도록 압밀계산법을 구체적으로 언급하였다.

2. Mikasa 압밀이론

Terzaghi(1925)는 체적압축계수 (m_v), 압밀계수 (c_v) 및 투수계수 (k)는 압밀과정중 일정하며 변화하지 않는다는 가정 하에서 다음과 같은 열전도형 형태의 1차원 압밀방정식을 유도하였다.

$$\frac{\partial u}{\partial t} = c_v \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} \quad (1)$$

즉 압밀이란 외부 압밀하중에 의해 발생한 초과 간극수압이 시간이 지남에 따라 소산되면서 침하하는 현상이라 하였다. 그러나, 압밀도중 투수계수, 체적변화계수, 압밀계수 및 층두께 등의 변화가 무시되는 약점을

지닌다. 따라서, Mikasa(1963)는 압밀중 투수계수, 체적변화계수는 변하며 압밀계수가 일정하다고 가정하는 경우에 대해 변형률개념을 도입하여 다음과 같은 식 (2)를 제안하였다.

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} = c_v \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial a^2} \quad (2)$$

여기서, ε 는 압축변형률, c_v 는 압밀계수, a 는 토층의 깊이를 나타낸다.

식 (2)를 유도할 때에 k 와 m_v 가 일정하다는 가정을 사용하지 않았기 때문에, 그것들이 크게 변동한다고 하여도 그 비가 일정하다면 c_v 가 일정한 식 (2)가 성립됨을 알 수 있다. 그러나 준설토의 경우 압밀중 k 와 m_v 는 압밀중 크게 변하고, 심지어 1/1,000-1/10,000정도까지 감소하기도 한다.

그리고, Mikasa는 상기 식 (2)에 층두께가 변하는 특성을 고려하여, 압밀비(ζ)에 관한 2계편미분 압밀방정식 (3)을 제안하였다.

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} = c_v \zeta^2 \frac{\partial^2 \zeta}{\partial z_0^2} \quad (3)$$

여기서, $\zeta = \frac{(\delta z)_0}{\delta z} (\text{압밀비}) = \frac{1+e_0}{1+e}$

$(\delta z)_0$: 점토요소의 처음 두께

δz : 고려되고 있는 층의 두께

식 (3)에서 압밀량이 적을 경우 $\zeta \approx 1$ 이 되어 Terzaghi의 열전도형 방정식과 똑같은 형태가 되어 엄밀해에 의한 해석이 가능하나 압밀량이 크면 위의 식은 비선형이 되어 Table 1의 초기조건 및 경계조건을 이용하여 유한차분법에 의해 풀어야 한다. 식 (3)으로부터 시간계수를 결정하기 위해서 차분방정식 (4)를 이용한다.

$$\Delta \zeta_{\Delta z} = n^2 \cdot \Delta T \cdot \zeta_{\Delta z}^2 \cdot \frac{1}{4} (\zeta_{\Delta z + \Delta z} - 2\zeta_{\Delta z} + \zeta_{\Delta z - \Delta z}) \quad (4)$$

여기서, Δz_0 : H_0/n

H_0 : 초기상태에서의 점토층의 전체두께

n : 점토층의 분할 간격

$\zeta = \Phi(T, z_0/H_0)$ 와 $\bar{\varepsilon} = 1 - 1/\zeta$ 에 의해서 $\bar{\varepsilon} = \Psi(T, z_0/H_0)$ 의 관계로 고치면 평균압밀도는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

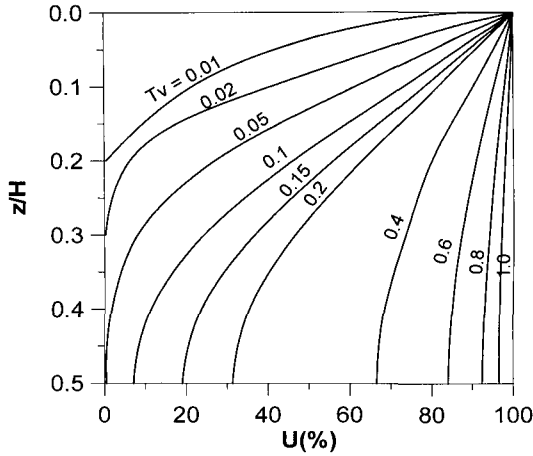


Fig. 1. Isocron curve at $\bar{\epsilon}_f = 0.2$

$$U_{z0} = \frac{\bar{\epsilon}}{\bar{\epsilon}_f} \quad (5)$$

여기서, $\bar{\epsilon}$: 공칭변형률, $\bar{\epsilon}_f$: 최종변형률

Fig. 1은 유한차분법에 의해 얻어진 결과로써 $\bar{\epsilon}_f = 0.2$ 에서 압밀도에 따른 시간계수곡선을 나타낸 것이다. Fig. 2는 최종변형률 $\bar{\epsilon}_f$ 의 크기가 0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5로 바뀔 때 평균압밀도에 따른 시간계수의 변화를 나타낸 것이다.

Mikasa가 제안한 압밀방정식을 이용하기 위해서는 최종변형률의 결정이 중요하다. 최종변형률 $\bar{\epsilon}_f$ 를 결정하므로써 압밀도에 따른 시간계수를 결정하게 된다. 따라서 Mikasa의 압밀방정식에서는 최종변형률 $\bar{\epsilon}_f$ 가 달라지면 시간계수는 달라진다. 다시 말하면 최종변형률이 증가할수록 시간계수의 값은 감소하게 되고 최종변형률이 0에 가까워지면 Terzaghi의 이론에 근사한 시간계수의 값을 갖는다.

3. Rowe cell 압밀시험

3.1 사용시료

본 연구에 사용된 시료는 서남해안 준설햄토를 사용하였으며 표층으로부터 1m 이하에서 Slurry상태로 시료를 채취하였다. 완전포화된 공시체를 조제하기 위해 현장상태 함수비에서 적절한 증류수의 양을 첨가해 함수비가 액성한계의 두 배 이상인 100%, 120%, 133%, 150%로 조제한 후 밀폐된 용기 내에 48시간 이상을 방치한 후, Rowe cell 용기에 시료를 정치하였다. 시험에 사용된 시

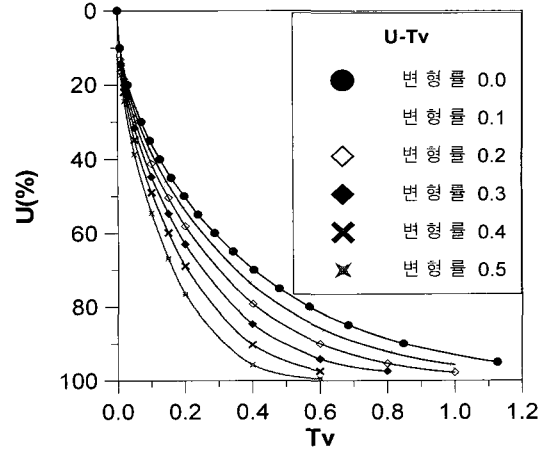


Fig. 2. $U - T_v$ with strain

료의 기본 물성값은 비중 2.69, 액성한계 50%, 소성지수 20, pH 6.83으로서 통일분류법상 CH에 해당된다. 시료의 초기평균포화도는 96%였으며, 초기 시료의 평균높이는 5.29cm, 직경은 15.1cm의 크기를 갖는다.

3.2 압밀시험

Rowe cell 내 시료 정치시 cell의 벽면을 통해 물이 흐르는 것을 방지하기 위해 그리즈를 바른 후 시료를 조심스럽게 스펀으로 소정의 위치까지 3단계에 걸쳐 투기한 후 잘 다져주었다. Rowe cell 내부에 준설햄토의 시료투기가 완료되면 cell 내부 및 diaphragm에 증류수를 채우고 cell 몸체와 상부를 tie bolt로 연결하였다. diaphragm 및 cell과 연결된 valve에 수조를 연결하고 공기를 완전히 제거시킨 후 시료는 완전히 포화되었다고 가정하고 진공압에 의한 슬러리점토의 압밀을 방지하기 위해서 back pressure 및 진공압을 이용한 시료의 포화과정은 생략하였으며, 시간경과효과(aging effect)는 고려하지 않았다. 하중재하는 압밀추에 의하지 않고, Oil-Water System을 사용하였으며 5, 10, 20, 40, 80, 160, 320, 640kPa의 순으로 하였다. 이 하중재하장치는 임의의 하중을 일정하게 재하할 수 있으며 하중재하 범위는 0~3600kPa 까지 재하할 수 있다. 낮은 압밀하중에서도 준설햄토의 경우 침하량이 매우 큰 특징이 있기 때문에, 5kPa의 압밀하중에

Table 1. Initial condition and boundary condition by Mikasa theory

Initial condition		$\epsilon = 0$ or $\epsilon = \epsilon_f(z)$
Boundary condition	Drainage	$\epsilon = \epsilon_1$
	Undrainage	$\frac{\partial \epsilon}{\partial z} = 0$

서는 2차 압밀현상까지 충분히 관측할 수 있도록 96시간동안 압밀을 시켰으며, 10kPa 이상부터는 48시간동안 재하하였다.

4. 준설토의 압밀특성

4.1 고함수비를 갖는 준설토의 침하

Fig. 3은 준설토의 압밀하중 증가에 따른 간극비의 변화를 나타낸 것이다. 초기 5kPa의 압밀하중하에서는 침하량이 매우 커서 간극비의 감소는 매우 컸다. Table 2에 나타낸바와 같이 준설토는 20kPa-640kPa에서 평균 압축지수는 함수비 100%, 120%, 133%, 150%에서 각각 0.58, 0.61, 0.63, 0.65의 값을 나타냈는데, 압밀하중 5kPa-20kPa에서는 0.80, 1.03, 1.18, 1.38로서 매우 큰 값으로 큰 차이를 보이고 있다. 즉 준설토지반은 초기압밀하중에서 큰 침하를 일으키며, 점차 하중증가에 따른 침하량이 줄어드는 현상을 보였다. 하영튼 준설토는 하중의 증가에 따라 간극비의 변화 즉 침하가 매우 크게 일어난다. 따라서, 층 두께가 일정하다는 가정에 의한 기존 계산결과는 고함수비 점토의 압밀현상을 잘 반영하지 못한다는 것을 알 수 있었다.

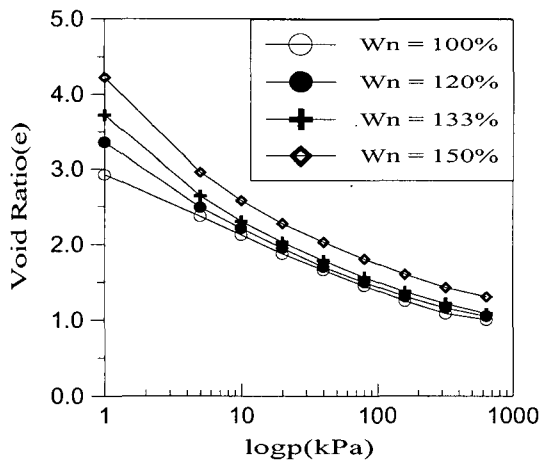


Fig. 3. e-logP curves about dredged soils

Table 2. Consolidation test results about dredged soil

No.	w_w (%)	H_0 (cm)	e_0	c_c	
				0~20kPa	20~640kPa
Slurry-1	100	5.41	2.92	0.80	0.58
Slurry-2	120	5.31	3.35	1.03	0.61
Slurry-3	133	5.12	3.72	1.18	0.63
Slurry-4	150	5.34	4.23	1.38	0.65

4.2 압밀계수 계산

준설토의 압밀계수는 두 가지 방법으로 산정하였다. 첫째는 기존의 Terzaghi 압밀이론에 의해 구하는 방법, 둘째는 Mikasa의 이론 중에서 압밀계수는 일정이라 가정하며, 투수계수, 체적압축계수, 층 두께가 변한다는 가정 하에 제안된 식 (3)을 이용하여 구하는 방법이다. Table 2는 함수비 150%에서 기존의 Terzaghi 방법과 Mikasa 방법에 의해 산정한 시간계수값을 나타내었다. Mikasa 방법에서는 층 두께의 변화를 고려하기 때문에 최종변형률 ($\overline{\epsilon}_f$)에 의해 T_{90} 이 달라진다. ($\overline{\epsilon}_f$)은 다음 식 (6)에 의해 구한다.

$$(\overline{\epsilon}_f)_n = \frac{H_n - H_{n+1}}{H_n} \quad (6)$$

그리고 최종변형률에 따른 T_{90} 은 Fig. 2를 사용하여 개략 값을 구할 수 있으나 차분법에 의해 계산된 표를 사용하여 정확한 값을 얻을 수 있다.

Table 3에서는 Terzaghi 및 Mikasa이론을 각각 사용했을 때, 90% 압밀에 달하는 시간계수가 양 이론간에 크게 차이가 있었다. 예로서 Terzaghi이론의 경우 90% 압밀에서의 시간계수는 전부 0.848로서 일정하지만, Mikasa이론에서는 최종변형률이 크면 90%압밀에 달하는 시간계수는 매우 작아짐을 알 수 있었다. 즉 최종변형률이 0.251인 경우 시간계수는 0.550이며, 최종변형률이 0.050인 경우에는 0.830으로 큰 차이가 있었다. 압밀계수의 계산은 Terzaghi이론에서는 배수거리로서 H_{av} 즉 평균배수거리를 사용하고, Mikasa이론의 경우 압밀 전 초기 배수거리 H_0 를 사용하는 점이 또 다르다. 계산된 압밀계수들을 비교해 보면, 대체적으로 Mikasa이론의 경우가 작지만 거의 유사한 값을 갖고 있었다. 그 이유로서 Terzaghi는 압밀중 층 두께의 변화로 인한 오차를 줄이기 위해서 평균배수거리를 사용했기 때문이다. Fig. 4는 각각의 경우에 두 이론으로부터 구한 압밀계수

Table 3. Time factor and consolidation coefficient by Terzaghi & Mikasa theory

Load Stage	Terzaghi			Mikasa			
	$H_{av}(cm)$	T_{90}	$c_v(cm^2/s)$	$H_0(cm)$	$(\bar{\epsilon}_f)_n$	T_{90}	$c_v(cm^2/s)$
5	4.67	0.848	1.46E-04	5.34	0.251	0.550	1.18E-04
10	3.81	0.848	1.81E-04	4.00	0.096	0.780	1.80E-04
20	3.47	0.848	2.72E-04	3.62	0.085	0.790	2.65E-04
40	3.19	0.848	3.26E-04	3.31	0.073	0.800	3.25E-04
80	2.95	0.848	4.26E-04	3.07	0.072	0.810	4.29E-04
160	2.74	0.848	4.59E-04	2.84	0.069	0.810	4.53E-04
320	2.55	0.848	6.36E-04	2.64	0.067	0.820	6.38E-04
640	2.40	0.848	2.98E-04	2.46	0.050	0.830	2.99E-04

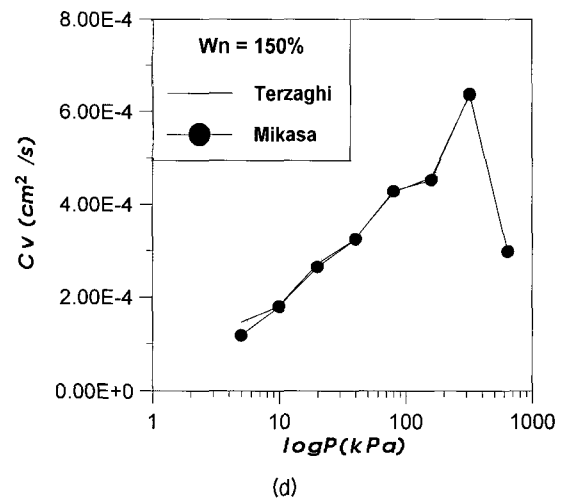
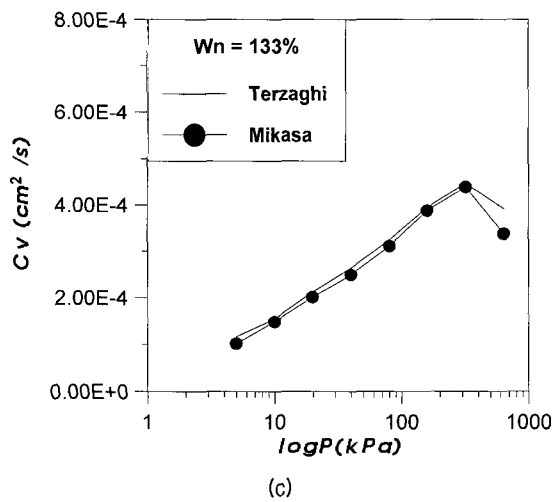
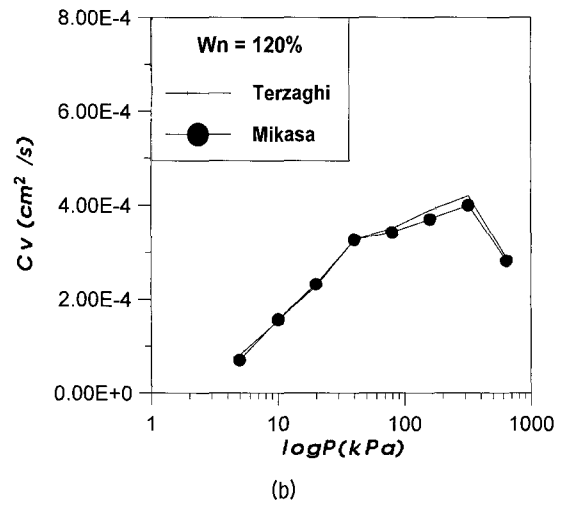
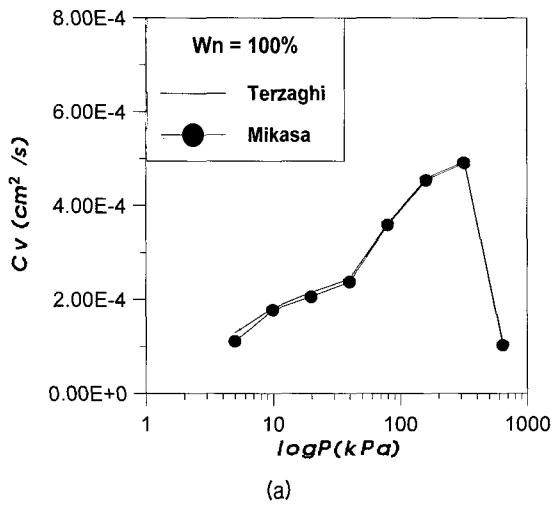


Fig. 4. Comparison of consolidation coefficients by Terzaghi and Mikasa's theory

를 비교해 놓은 것으로 어느 경우나 비슷한 값을 보인다. 즉 평균배수거리를 사용하면, 기존의 Terzaghi 이론을 사용하더라도 비슷한 층 두께를 고려한 것과 비슷한 압밀계수를 구할 수 있음을 알았다. 그러나, 뒷장의 예에서 자세히 설명하겠지만 실제 현장에서 적용시킬 경우에는 평균배수거리를 모르기 때문에 값이 큰 초기배

수거리를 사용하며, 또 최종변형율에 따른 시간계수에 서 큰 차이가 나기 때문에 압밀기간은 크게 줄어든다.

5. 소요압밀도에 따른 압밀기간의 계산

Fig. 5에서와 같이 연직배수공법에서 배수거리 1m일

경우 현장 시공예를 상정하였다. 현장지반은 실험실에서 재현하여 만든 것으로 가정하고 최종변형율은 5kPa의 압밀하중이 작용했을 때의 것을 예로 하여 결정하였다. 즉 함수비 150%, 133%, 120%, 100%일 때의 최종변형율은 25, 23, 20, 17% 였으며 이러한 지반으로 이루어진 현장의 경우 배수거리 1m인 연직배수공법에서 90% 압밀도에 달하는 압밀기간을 두 가지 이론 즉, Terzaghi와 Mikasa이론으로 계산하여 Table 4에 나타내었다. 90% 압밀도에 도달하는 기간(t_{90})은 Mikasa이론의 경우가 4-7개월정도 작게 계산되었다. 이는 당연한 것으로 압밀이 진행되면서 계산의 기준이 되는 압밀층의 두께가 크게 작아지기 때문이다. Fig. 6은 압밀하중단계가 40kPa인 경우, 최종변형률에 따른 Terzaghi이론과 Mikasa이론에 의한 압밀기간을 산정한 것인데 두 이론에 의한 압밀기간은 거의 두 배 이상의 차이가 나타나고 있었다. Fig. 7은 전체하중단계별 변형률에 따라 압밀기간을 산정한 것이다. 일반적으로 변형률이 적을수록 두 이론에 의한 압밀기간의 차이가 거의 없었으며 변형률이 증가할수록 층 두께의 변화를 고려한 Mikasa 이론이 13~27%정도 짧게 산정되었다. 위의 결과로 미루어 보아 준설토층

과 같이 변형이 많이 발생하는 지반에서는 층 두께의 변화를 고려한 Mikasa의 이론이 층 두께의 변화를 고려하지 않은 Terzaghi의 이론보다 훨씬 더 합리적이라고 판단되며, 차후 현장검증이 이루어진다면 준설토지반의 압밀기간 산정시 Mikasa의 이론을 적용하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

6. Mikasa 이론의 적용방법

실제 현장에서 연약지반 개량시 압밀기간을 산정하려는 데, Mikasa이론을 적용할 경우 절차에 대해서 설명하고자 한다.

먼저 지반조사를 통하여 준설편토 등 연약지반층의 위치나 두께, 배수면의 존재 등을 확인한 후 시료를 채취하여 압밀시험을 실시한다. 시료의 성형이 어려운 경우에는 Rowe cell시험기를 사용하여 압밀시험을 한다. 압밀시험결과로부터 $e - \log P$ 곡선을 얻으며 선형하중을 구하고 과압밀여부를 검토한 다음 하중단계별 압밀계수를 구한다. 전술한 바와 같이 본 연구결과에 의하면 Terzaghi이론에서는 평균시료높이를 사용하기 때문에

Table 4. Consolidation period with change of final strain by Terzaghi & Mikasa

Applied Theories	$\bar{\epsilon}_f(\%)$	$C_v(cm^2/s)$	T_v	L (m)	t_{90} (month)
Terzaghi	25	1.75E-04	0.848	1	22.4
	23	1.58E-04	0.848	1	28.2
	20	1.38E-04	0.848	1	40.7
	17	1.30E-04	0.848	1	25.2
Mikasa	25	1.18E-05	0.550	1	18.0
	23	1.01E-04	0.580	1	22.2
	20	6.99E-05	0.600	1	33.1
	17	1.11E-04	0.640	1	20.9

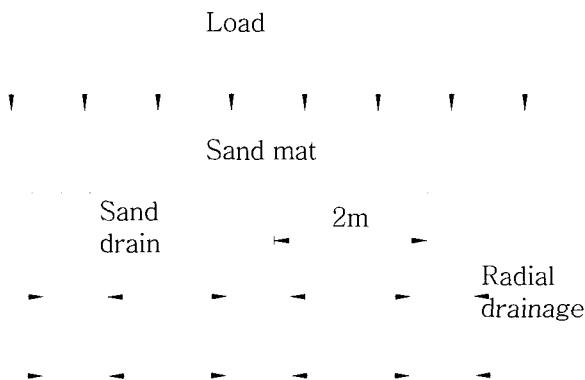


Fig. 5. Section for ground improvement

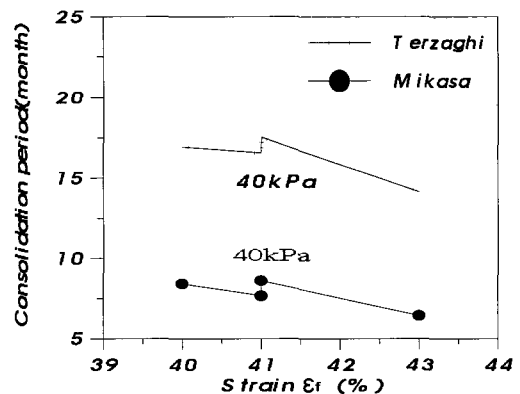


Fig. 6. Consolidation period on initial load

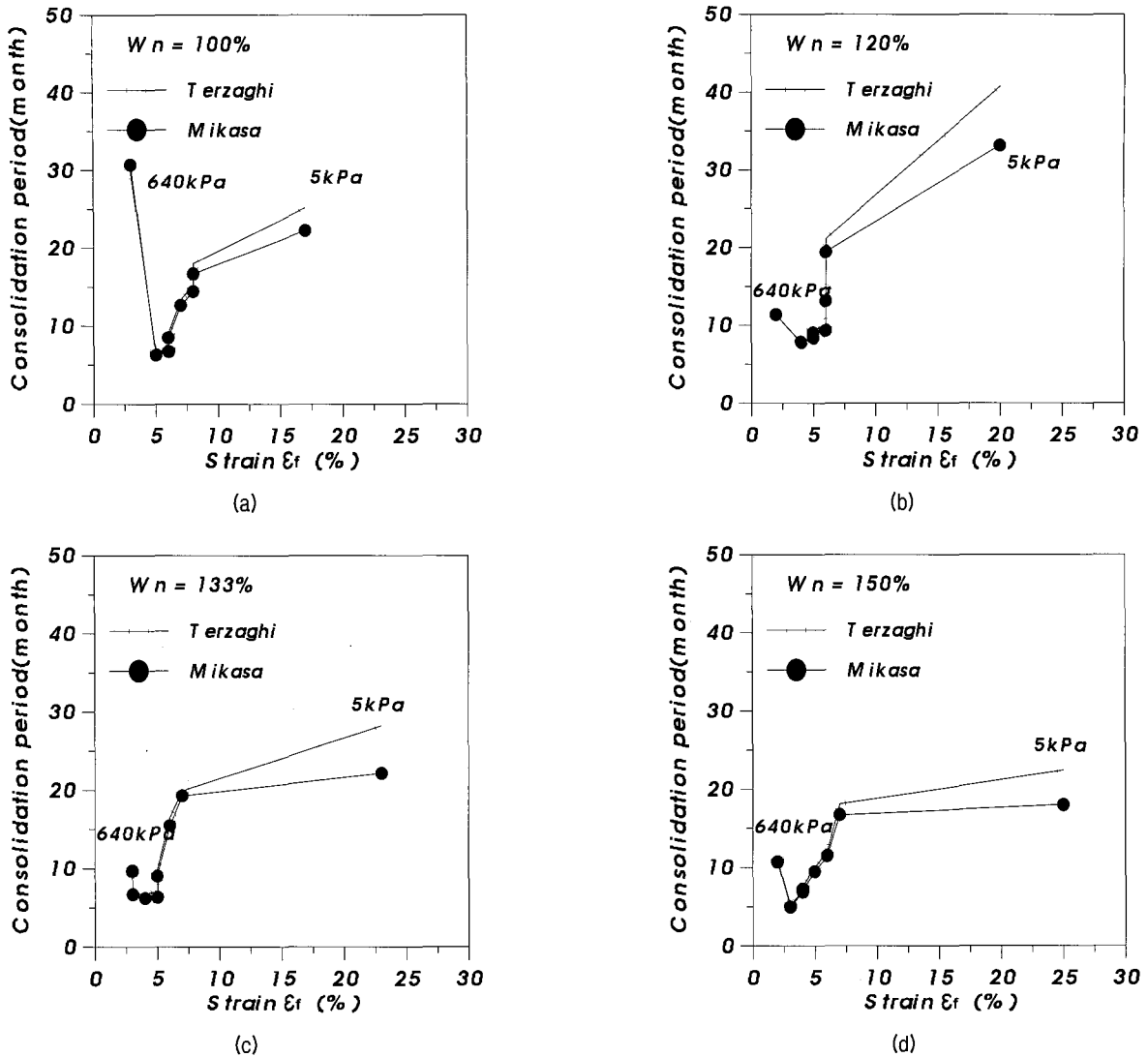


Fig. 7. Consolidation period with strain

기존의 방법으로 압밀계수를 구하더라도 Mikasa이론에 의한 것과 큰 차이를 보이지 않았다. 다음으로 지반개량을 위해 필요한 상재하중의 크기 ΔP 를 결정고 최종침하량을 아래식을 이용하여 계산한다.

$$S_f = \frac{\Delta e}{1 + e_0} H_0$$

Mikasa 이론에 의한 시간계수 T_v 를 결정하기 위해 최종변형률 $\bar{\epsilon}_f$ 을 다음 식으로 구한다.

$$\bar{\epsilon}_f = \frac{S_f}{H_0}$$

위의 식으로부터 계산된 최종변형률로부터 Fig. 2나 계산된 표를 사용하여 소정의 압밀도에 해당하는 시간계수를 결정하여 소정의 압밀도에 도달하는 압밀기간

을 다음 식에 의해 최종적으로 산정할 수 있다.

$$t_{90} = \frac{H_0^2 T_{90}}{C_v}$$

이상의 Mikasa방법을 이용한다면, 더욱 합리적이고 효과적으로 압밀기간을 산정할 수 있다.

7. 결론

Rowe cell을 이용하여 초기함수비가 100%, 120%, 133%, 150%로서 매우 큰 4종의 준설토에 대한 압밀시험을 실시하였으며, 실험 결과로부터 압밀침하특성 및 압밀계수특성 등을 분석하였다. 특히 압밀계수 계산에는 압밀기간중에 층 두께가 일정하다고 가정하는 Terzaghi와 층 두께의 변화를 고려한 Mikasa이론을 사용하여 각

각 계산을 하였으며 이들 결과를 분석한 내용은 다음과 같다.

- (1) 준설토는 하중의 증가에 따라 침하가 매우 크게 일어나기 때문에, 층 두께가 일정하다는 가정에 의해 만들어진 압밀이론은 정확한 값을 도출하지 못한다는 것을 알 수 있었다.
- (2) 본 준설토 압밀시험에서 Terzaghi이론과 Mikasa이론으로 구한 압밀계수들은 서로 비슷한 값을 보였다. 이는 Terzaghi 이론에서 시간계수는 크지만 배수 거리는 초기배수거리보다 짧은 평균배수거리를 압밀층의 두께로 하여 계산을 했기 때문이다.
- (3) 실제 예에서 압밀계수는 두 방법에서 비슷하였지만 90% 압밀도에 도달하는 시간, t_{90} 은 Mikasa이론의 경우가 상당히 작게 계산되었다. 이는 압밀이 진행되면서 계산의 기준이 되는 압밀층의 두께가 크게 작아졌기 때문이다.
- (4) 준설토층과 같이 침하가 크게 발생하는 지반에서는

층 두께의 변화를 고려한 Mikasa의 이론이, 층 두께의 변화를 고려하지 않은 Terzaghi의 이론보다 훨씬 더 합리적이라고 판단되며, 이제는 더욱 정확한 설계를 위해서 준설토지반의 압밀기간을 산정할때 Mikasa의 이론을 적용하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

- (5) Mikasa이론의 적용방법을 요약 정리하였다.

참 고 문 헌

1. 三笠正人(1963), “軟弱粘土の壓密”, 東京, 鹿島出版會.
2. Cargill, K. W.(1984), “Prediction of Consolidation of Very Soft Clay”, *Journal Geotechnical Engineering*, ASCE, Vol.110, No.6, pp.775-795.
3. Rowe, P. W. and Barden, L. (1966), “A New Consolidation Cell”, *Geotechnique*, 16:2:162.
4. Terzaghi, K. (1925), “Erdbaumechanik auf Boden-physicalischen Grundlagen”, Deuticke, Vienna.

(접수일자 2003. 9. 2, 심사완료일 2003. 12. 1)