

# 화강풍화토의 변형계수와 상대침하 관계식에 관한 실험적 연구

## An Experimental Study on the Relationship between Deformation and Relative Settlement for Weathered-granite

박용부<sup>1</sup>

Yong-Boo Park<sup>1</sup>

(Received December 20, 2012 / Revised January 24, 2013 / Accepted January 29, 2013)

### 요 약

얇은 기초 설계와 시공을 위해 실시하는 평판재하시험 결과로부터 실제 기초지반의 침하량을 산정하고 있는데 국내에서 많이 시공되는 화강풍화토나 풍화암에 대한 현장 예측식이 없는 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 화강풍화토와 풍화암을 대상으로 현장 평판 재하시험을 실시하여 기초 크기별 침하량 거동을 분석하였다. 모형토조와 현장 재하시험에서 측정된 하중 ~ 침하 곡선을 일반적인 항복하중 판정법을 사용하지 않고 하중 ~ 상대침하 (s/B, s : 침하량, B : 재하판폭) 관계로 정규화(Normalization)하여 분석하였다. 즉, 하중 ~ 상대 침하 개념으로 정규화한 결과, 재하판 직경에 관계없이 일정한 형태의 곡선을 나타내므로 현장의 지반조건과 상관성을 제시하였다.

**주제어 :** 평판재하시험, 화강풍화대, 침하량 산정식, 얇은 기초, 상대 침하

### ABSTRACT

To predict the real bearing capacity and settlement of the shallow foundation the plate load test results were used. But there is no field estimation method about igneous weathered soil and rock. Therefore, to predict the settlement equation, the plate load test about igneous weathered soil and rock was done in this study. To analyze the load ~ relative settlement curve by normalization, it did not use normal analysis method, but the load ~ relative settlement (s/B, s : settlement, B : breadth of plate) was used. As a result of normalization by load ~ relative settlement conception, the curve was regular regardless of plate diameter and it was suggested the relationship of in-situ soil condition and results.

**Key words:** Plate Load Test, Weathered-granite, Evaluation of Settlement, Shallow Foundation, Relative Settlement

## 1. 서 론

얇은 기초에 시공되는 실제 구조물 기초의 지지력 및 침하량은 재하판 직경 30, 40, 75cm를 사용한 평판 재하시험 결과로부터 산정하고 있다. 얇은 기초는 극한 지지력이 발현될 때 침하량도 급격히 증가하고 얇은 기초중에서도 전면기초가 기초폭이 크므로 독립기초보다 침하량이 발생하므로 침하량 산정은 매우 중요하다.

또, 실제 구조물은 기초형식에 관계없이 구조물의 기능, 안정성에 문제가 없도록 허용범위내의 침하량을 규정하고 있으므로 평판 재하시험 결과인 하중 ~ 침하량 곡선으로부터 실제 전면기초, 독립기초등의 침하량을 산정하는 것은 매우 힘

들고 여러 가지 측면을 고려해야 되는 어려움이 있다. 이런 문제를 해결하기 위해 평판 재하시험용 재하판 폭과 실제 기초사이의 차이를 크기효과라고 정의하고 사질토와 점성토에 대한 산정식을 제시하고 있으며 최근에는 모형토조와 모래지반에 대한 현장 재하시험 결과를 근거로 침하량 및 지지력 산정식이 제시되고 있다(김도열, 2002; 대한주택공사, 2002; 정형식 등, 2003).

Terzaghi와 Peck(1967)에 의해 제안된 산정식은 지반을 사질토와 점성토로 단순화하여 지반심도별로 지반강도가 균질하다고 가정한 외국 공식이므로 국내의 토질조건과 차이가 많아 그대로 적용하기에는 불합리하여 적용여부 및 적용방법 등에 대하여 논란이 되고 있으므로 대부분 화강풍화토이고 이

1) 한국토지주택공사 토지주택연구원 수석연구원(교신저자: parkyb@lh.or.kr)

질층이 많은 국내 지반에 적합한 기준식이 필요한 실정이다.

따라서, 재하판 30cm를 사용하여 얇은 기초의 지지력 및 침하량을 구하는 평판 재하시험 결과를 실제 구조물의 기초 설계 적용시 기초폭 크기 차이에 침하량 산정식을 제안하기 위해 국내에서 많이 분포하는 화강풍화토, 풍화암을 대상으로 현장 평판재하시험을 실시하여 재하판 크기 증가에 따른 침하량 산정식을 분석하였다. 평판 재하시험은 화강풍화토, 풍화암 지반을 대상으로 재하판 직경(D15, 25, 30, 40, 75, 140cm) 별로 직경의 10%에 해당하는 침하가 발생하도록 하중을 재하하는 방법으로 평판 재하시험을 실시하였다.

화강풍화토 및 암반지반에서 측정한 재하시험 결과를 일반적인 항복하중 판정법으로 분석하지 않고 하중~상대침하 개념으로 정규화하여 지반물성별로 침하량 산정식을 제안하고 동일한 하중조건에서 기초폭 증가에 따른 침하량 증감 경향을 분석하였다.

## 2. 평판 재하시험과 분석방법

### 2.1 평판 재하시험

#### 2.1.1 현장 평판재하시험

현장 재하시험은 실제 현장에서 재하판 직경별 지지력 크기 변화를 측정하기 위해 D15, D25, D30, D40, 75×75, 140×210cm 크기의 재하판을 사용하여 실시하였다. D15, D25, D30, D40 재하판은 백호우(용량 1.0m<sup>3</sup>, 중량 26t)를, 75×75, 140×210cm



그림 1. 현장재하시험 전경(75cm×75cm, 140cm×210cm)

표 1. 현장별 시험내용

현장명	시험내용(단위 : cm)
안중	D25, D30, D40, 75×75, 140×210
가경	D25, D30, D40, 75×75, 140×210
노은	D15, D25, D30, D40, 75×75, 140×210
십정	D30, 75×75, 140×210
울진, 불로, 화곡, 도농	D15, D25, D30, D40

재하판은 재하하중 200t을 지지할 수 있는 H빔 거치대와 반력(기성 PHC 말뚝 6본)을 사용하였다. 현장시험에 사용된 주요 장비는 500tf 유압장치, 200tf 측정용 로드셀, 50mm 변위 측정용 다이알게이지 2조등이다.

#### 2.1.2 지반조건

비중, 액소성 한계시험, 함수비, 단위중량, 통일분류법, N치에 의한 노은 등 8개 평판재하 시험을 실시한 현장의 지반 조건은 표 2와 같다. N치는 표준관입시험으로 구하였으며 심도가 얇아 N치 보정을 하지 않았다.

노은현장은 완전히 풍화가 진행된 풍화토로서 표준관입치 N은 12/30이며 통일분류법에 의해 SM으로 분류되었다. Atterberg 시험에 의하면 액성한계 LL과 소성지수 PI는 NP로 판정되었다. 현장 측정결과 비중은 2.67이고 함수비는 7%였다.

가경현장은 모래질 점토층으로 CL로 지반이 분류되었으며 조밀 정도는 보통 이었다. 액성한계, 소성한계는 37.8, 22.8%였고 비중은 2.68이었다.

안중현장은 실트와 점토가 각각 39.7%, 18%인 점토질 실트지반으로 통일분류법상 ML로 분류되었고 N값은 5/30 이었다. 연경도는 NP로 나타났다.

### 2.2 재하시험 분석방법

현장 재하시험 결과를 분석하는 방법은 크게 항복하중 판정법, 극한하중 판정법등 있고 항복, 극한하중에 따라 안전율을 각각 2, 3으로 나누어 허용 지지력을 구하고 있다.

항복하중 판정법에는 P~S 분석법, log P~log S법, S~log t법, dS/d(log t)~P법등이 있는데 주로 조밀한 모래나 매우 단단한 점성토 지반에서 나타나는 전반 전단파괴(General shear failure)는 뚜렷한 항복점을 나타내므로 P~S 분석법에서 허용 하중을 쉽게 구할 수 있다. 중간 정도의 조밀한 모래나 압축성의 점성토 지반에서 나타나는 국부 전단파괴(Local shear failure)는 항복점이 불분명하게 극한 하중이나 항복하중을 구하기가 쉽지 않으므로 P~S 분석법, log P~log S법, S~

표 2. 현장별 지반조건

현장명	지반조건						
	비중	액성 한계	소성 한계	함수비 (%)	단위 중량	통일 분류법	N치
노은	2.67	NP	NP	7.0	1.8	SM	12/30
가경	2.68	37.8	22.8	14.5	1.62	CL	17/30
안중	2.67	NP	NP	28.1	1.79	ML	9/30
도농	2.71	NP	NP	8.6	1.95	SM	50/4
불로	2.7	NP	NP	6.2	1.3	SM	50/7
화곡2	2.68	NP	NP	17.0	1.71	ML	15/30
울진1	2.65	NP	NP	5.3	1.7	SM	27/30

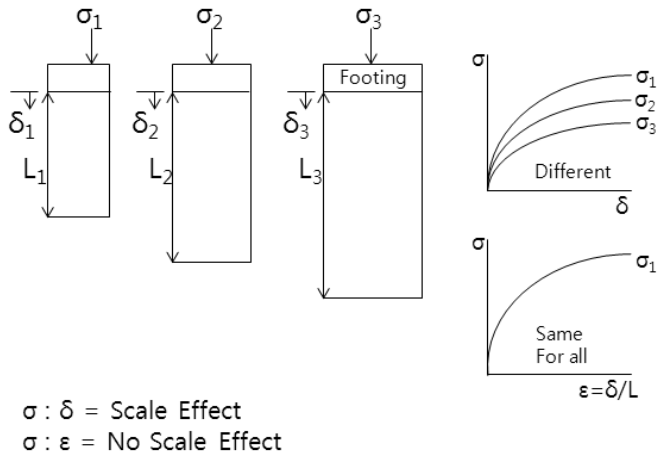


그림 2. 상대침하의 개념

log t법, S/d(log t)~P법등을 종합적으로 검토하여 판정한다. 위에서 언급된 항복하중 판정법은 시험을 실시한 평판 재하시험에 대한 설계지지력 및 침하량을 평가하는 것으로 실물 구조물의 거동은 예측할 수 없다. 이 문제를 해결하기 위해 30cm 재하판을 사용한 평판 재하시험 결과로부터 보다 큰 구조물의 거동을 파악하기 위한 Scale effect 산정식이 제시되고 있으나 국내 지반에서 적절한 관련식은 없는 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 화강풍화토 지반을 대상으로 모형 토조 시험과 현장 재하시험을 실시하여 다양한 재하판에서 지지력, 침하량 거동을 분석하여 실제 재하시험이 불가능한 기초크기에서의 침하량 예측식을 제시하고자 한다. 즉, 평판 재하시험을 통해 단순히 현장지지력이 설계치를 만족하는가를 판정하는데 그 목적을 두지 않고 보다 큰 기초의 침하량을 판정하는 것이므로 일반적으로 사용하는 항복, 극한하중 판정법을 사용하지 않았다. 따라서, 현장 재하시험 자료를 하중( $t/m^2$ )~상대침하( $s/B$ , s : 침하량, B : 재하판폭) 관계로 정규화(Normalization)하여 상관성을 분석하고 현장시험 재하판폭보다 큰 실제 기초에서의 거동을 예측하였다.

상대침하의 개념은 다음과 같다. 상부 재하판이 확대기초로 된 직경 1m, 3m 삼축시험을 실시할 때 스케일과 무관하게 응력-변형을 곡선을 구하게 된다. 즉, 동일한 하중과 응력조건에서 응력-변위 곡선을 그리면 곡선이 각각 다르며 동일한 응력하에서 읽는 응력은 기초크기에 영향을 받고 기초크기가 클수록 적어진다(그림 2).

### 3. 현장 평판 재하시험 결과분석

#### 3.1 하중 - 상대침하 관계에 의한 분석

현장 재하시험 자료를 하중( $t/m^2$ )~상대침하( $s/B$ , s : 침하량, B : 재하판폭) 관계로 정규화(Normalization)한 그래프는 시험대상 재하판 직경에 관계없이 일정한 형태의 곡선을 나

타내고 있다(그림 3). 현장 지반조건은 비중이 2.64~2.68, 액성 및 소성지수를 구할 수 없는 비소성(NP) 지반이며 통일분류법으로는 대부분 SM이고 나머지는 CL, ML, GP-GM이며 N값도 다양하게 분포하지만 일정한 경향을 보이고 있다.

현장 재하시험 대상 지반은 크게 화강풍화토 지반과 풍화암 지반으로 분류할 수 있다. 재하하중에 대한 상대침하 크기 별로 구분하면 노은, 가경, 십정, 안중등 화강풍화토 지반에서는 점토와 실트 성분이 많이 함유하고 있으므로 침하가 크게 발생하였다. 따라서, 재하판 직경에 대한 침하 즉, 상대침하는 통일분류법으로 ML, CL 지반에서는 62.5%까지 발생하였다. SM 지반에서는 21.25%까지 나타내었는데 동일한 지반 조건에서는 재하판 크기에 관계없이 일정한 경향을 보였다.

상대적으로 강성이 큰 블로, 울전 1 현장은 얇은 기초로 설계된 기초로 상대침하비 약 4% 까지 측정할 수 있었는데 화강풍화토 현장과 동일하게 재하판 직경에 무관하게 일정한 경향 하중~상대침하 경향을 보여 실제 기초의 침하량을 예측할 수 있었다.

화강풍화토, 풍화암 지반에서 실시한 평판 재하시험 결과로부터 구한 상대침하 경향은 재하판 직경에 관계없이 정규화될 수 있으며 이 결과는 모래지반에서 실시한 기존 연구인 Ismael(1985), Briaud와 Gibbens(1994)등과 유사한 경향을 보이고 있다.

Ismael(1985)에 의하면 입도 분포가 좋은 모래지반에 시공된 재하판 직경 25, 50, 75, 100cm를 대상으로 평판 재하시험을 실시한 결과, 상대변위 10~15%에서는 뚜렷한 항복이나 파괴 거동이 없는 것으로 나타났다. Briaud와 Gibbens(1994)도 재하판 직경 100, 150, 200, 300cm를 대한 시험에서 큰 상대적 변위에도 불구하고 파괴 거동이 없다고 제시하였다.

#### 3.2 하중 - 상대침하 관계에 의한 분석

3.1에서 분석된 현장조건별 하중-상대 침하 관계를 실제 설계에 적용하기 위해서는 지반물성별로 분류가 되어야 한다. 기초폭, 하중을 알고 있는 상황에서 침하량을 구하기 위해 상기 제시된 경향식을 적용하기 위해서는 지반조건별로 분류가 되어야 한다. 따라서, 본 연구에서는 현장별 하중-침하량 곡선으로부터 구한 변형계수 및 토성시험 결과별로 구별하였다. 변형계수는 N치, 점착력을 이용한 방법이 있는데 본 연구에서는 지반반력계수를 이용한 산정식으로 구하였다. 즉, 본 연구에서는 KS F2310(도로의 평판재하시험법)에 규정되어 있는 D25, D30, D40, D75, D140에 대한 현장 재하시험을 실시하여 하중 - 침하량 곡선에서 초기 기울기 값으로 지반반력계수를 산정하였다.

##### 3.2.1 현장별 지반반력 계수 산정( $kgf/cm^3$ )

현장 재하시험 결과인 하중-침하곡선의 초기 기울기 값으로

박용부

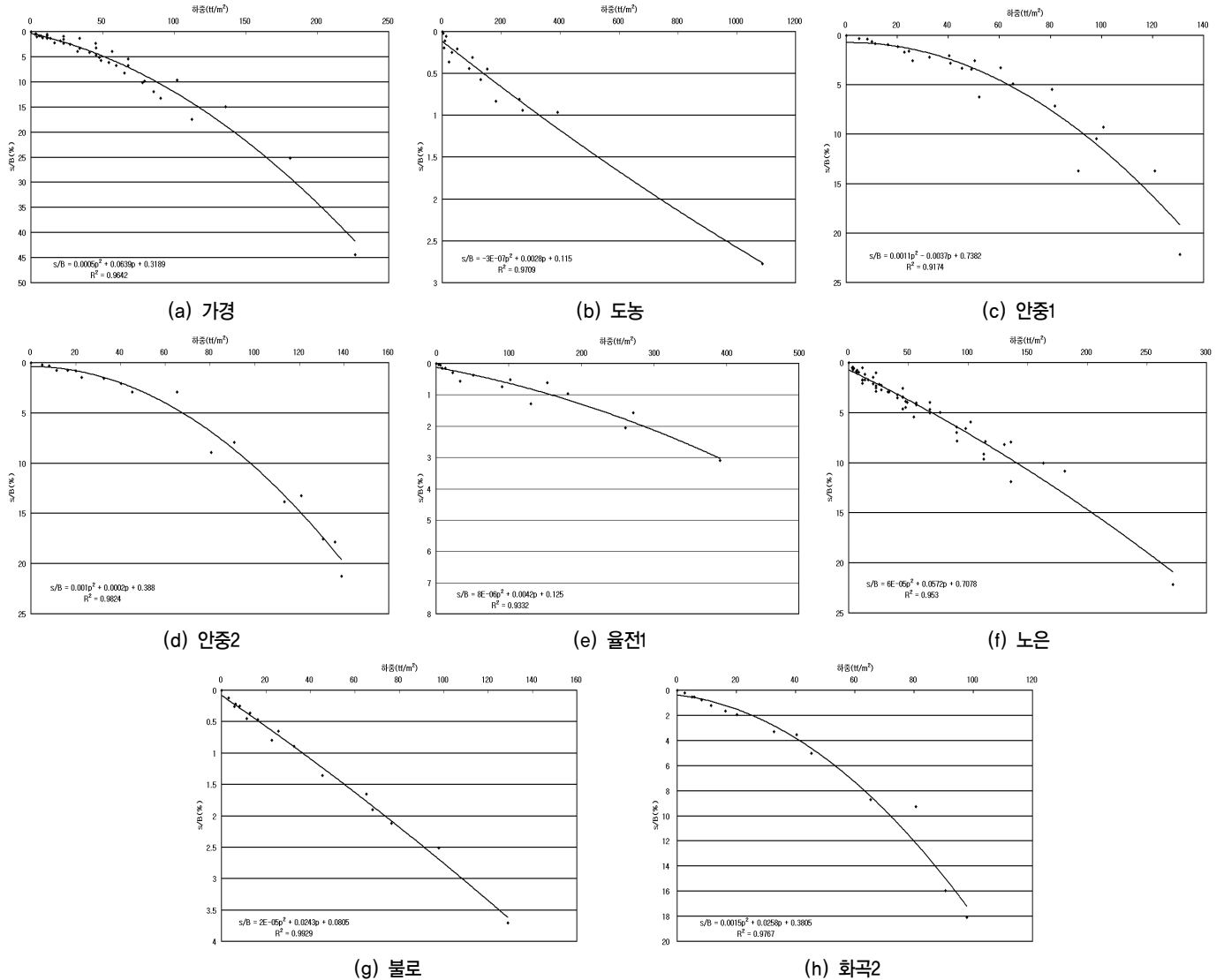


그림 3. 재하판 직경별 하중~상대침하 곡선

표 3. 현장 평판 재하시험에서 구한 지반반력계수

	D15	D25	D30	D40	D75	D140
안중(1)	-	7.32	4.2	3.18	1.6	0.61
가경	8	5.56	3.8	-	3.58	0.78
노은	-	4.48	2.64	2.95	1.3	0.51
울전1	-	35	30.85	24.21	-	-
불로	-	15.58	11.92	9.76		
도농	-	108.33	90.35	60.5	-	-
화곡2	-	4	2.99	2.18	-	-

여기서,  $k_{sv}$ : 지반반력계수( $kgf/cm^3$ )

$q$ : 재하압력( $kgf/cm^2$ )      $s$ : 침하량(mm)

3.2.2 현장별 변형계수 산정

현장 재하시험 결과인 하중-침하량 곡선으로부터 변형계수는 Boussinesq 공식(식 2)를 이용하여 구하였다.

$$E = (1 - \nu^2) b \cdot I_p \cdot k \quad (2)$$

여기서,  $\nu$ : 지반의 포아슨비

$b$ : 재하판의 직경

$I_p$ : 재하판의 형상계수(원형판=0.79, 정사각형=0.8)

$k$ : 지반반력계수(표 3)

로부터 각 현장별, 재하판 크기별 지반반력계수를 식 1을 이용하여 산출하였다(표 3).

$$k_{sv} = q/s \quad (1)$$

현장에서 평판재하시험 결과로부터 구한 변형계수는 표 4와 같다. 안중, 가경, 노은, 울전2-2, 불로, 도농, 화곡의 변형

계수는 각각 72.99, 66.15, 53.67, 745.77, 524.98, 557.82, 216.67, 486.23, 117.2, 52.50(kgf/cm<sup>2</sup>)으로 나타났다.

표 4. 재하판 직경별 변형계수와 평균 변형계수

현장명	재하판 직경(cm)	변형계수(kg/cm <sup>2</sup> )	평균 변형계수(kg/cm <sup>2</sup> )
안중	D25(1)	104.09	72.99
	D30(1)	71.67	
	D40(1)	72.35	
	D75(1)	68.26	
	D140(1)	48.57	75.32
	D25(2)	100.84	
	D30(2)	73.59	
	D40(2)	75.16	
D140(2)	51.67		
가경	D15	68.26	66.15
	D25	79.06	
	D30	54.84	
	D40	66.46	
	75×75	152.72	
	140×210	62.11	
노은	D25	63.73	53.67
	D30	45.05	
	D40	67.12	
	75×75(1)	55.46	
	140×210(1)	40.61	
	75×75(2)	51.19	
140×210(2)	52.56		
울전1	D25(1)	654.69	745.77
	D30(1)	683.93	
	D40(1)	898.70	
	D25(2)	497.7	524.98
	D30(2)	526.42	
	D40(2)	550.83	
	D25(3)	441.96	
	D30(3)	463.63	
D40(3)	767.88	557.82	
불로	D25	221.55	215.67
	D30	203.4	
	D40	222.06	
도농	D15	1540.45	1486.23
	D25	1541.73	
	D40	1376.5	
화곡	D25(1)	146.04	117.2
	D30(1)	102.73	
	D40(1)	102.84	
	D25(2)	56.88	52.5
	D30(2)	51.02	
D40(2)	49.6		

#### 4. 침하량 산정식 제안

표 5는 N치, 변형계수, 통일분류법에 의한 지반분류등 지반조건과 하중~상대침하 경향식과의 상관성을 나타내고 있다. 예를 들어 실제 구조물의 기초폭과 재하하중을 알면 특정 지반조건에서 침하량을 구할 수 있다. 본 연구에서는 얇은 기초를 설계하는 초기 단계에서 설계하중에 대한 침하를 구하기 산정식을 제안하기 위해 표 5에 나타난 각 현장별 하중~상대침하 추세를 변형계수와 지반분류에 의해 크게 대별하였다. 일반적으로 실무에 참고로 하는 흙의 종류와 변형계수, 포아송비 관련 도표를 근거로 변형계수 100(kgf/cm<sup>2</sup>) 미만과 변형계수 100~500(kgf/cm<sup>2</sup>), 변형계수 500(kgf/cm<sup>2</sup>) 이상의 지반으로 분류하였다. 변형계수 100(kgf/cm<sup>2</sup>) 미만인 경우는 중간 정도의 점토성분인 강한 화강풍화토로 안중1, 2(시험 2회 실시), 가경, 노은, 화곡2 현장이 속하며 변형계수 100~500(kgf/cm<sup>2</sup>)은 견고한 점토가 강한 층으로 불로 현장이 속한다. 또, 변형계수 500(kgf/cm<sup>2</sup>) 이상은 파쇄와 균열이 많은 풍화암으로 구성된 현장으로 울전1, 도농 현장이 속한다. 이런 분류를 바탕으로 변형계수별로 현장 재하시험 결과를 하중~상대침하 관계를 그래프로 작성하면 그림 4~6과 같다.

그리고, 변형계수별 하중~상대침하 관계식은 아래와 같다.

변형계수 100(kgf/cm<sup>2</sup>) 미만 :

$$s = B(0.0006p^2 + 0.0415p + 0.5234) \quad (3)$$

표 5. 지반조건별 침하량 산정식

현장명	산정식	지반조건			
		변형계수(kgf/cm <sup>2</sup> )	N치	지반분류	단위중량
안중1	$s = B(0.0011p^2 - 0.0037p + 0.7832)$ $R^2 = 0.9174$	72.99	15/30	ML	1.82
안중2	$s = B(0.001p^2 + 0.0002p + 0.388)$ $R^2 = 0.9824$	75.32	11/30	ML	1.76
가경	$s = B(0.0005p^2 + 0.0639p + 0.3189)$ $R^2 = 0.9642$	72.38	15/30	CL	1.62
노은	$s = B(0.0006p^2 + 0.0572p + 0.7078)$ $R^2 = 0.953$	60.1	15/30	SM	1.8
화곡2	$s = B(0.0015p^2 + 0.0258p + 0.3805)$ $R^2 = 0.9767$	58.17	16/30	ML	1.71
울전1	$s = B(0.000008p^2 + 0.0042p + 0.125)$ $R^2 = 0.9332$	530.65	50/20	GP-GM	1.72
불로	$s = B(0.00002p^2 + 0.0243p + 0.0805)$ $R^2 = 0.9929$	239.63	50/15	SM	2.1
도농	$s = B(-0.0000003p^2 + 0.0028p + 0.115)$ $R^2 = 0.9709$	1517.58	50/3	SM	2.3

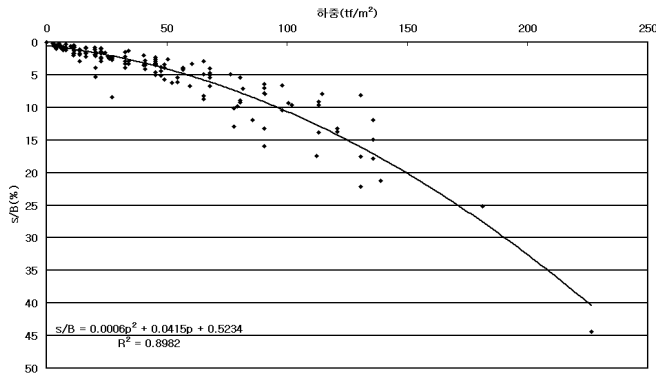


그림 4. 변형계수 100(kgf/cm<sup>2</sup>) 미만 지반에서의 하중-상대침하 곡선

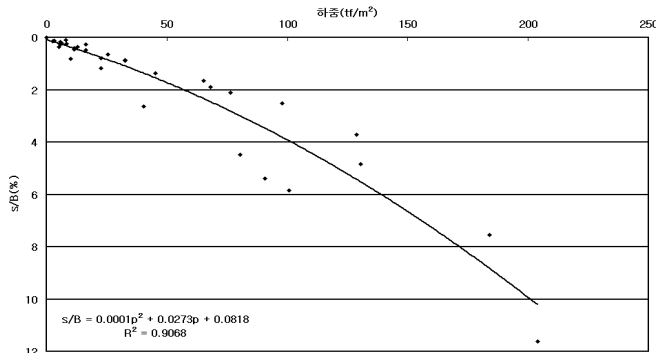


그림 5. 변형계수 100 ~ 500(kgf/cm<sup>2</sup>) 지반에서의 하중-상대침하 곡선

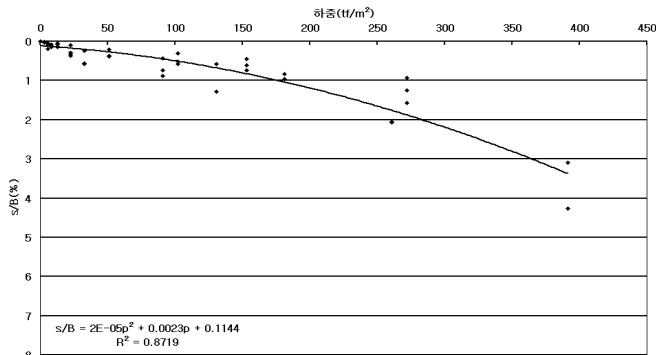


그림 6. 변형계수 500(kgf/cm<sup>2</sup>) 이상 지반에서의 하중-상대침하 곡선

변형계수 100 ~ 500(kgf/cm<sup>2</sup>) :

$$s = B(0.0001p^2 + 0.0273p + 0.0818) \quad (4)$$

변형계수 500(kgf/cm<sup>2</sup>) 이상 :

$$s = B(0.00002p^2 + 0.0023p + 0.1144) \quad (5)$$

여기서, s = 침하량, B = 기초폭 p = 하중(kgf/cm<sup>2</sup>)

식 3~5, 그림 4~6에 나타난 지반조건별 하중-상대침하식과 추정곡선을 실무적으로 편리하게 적용하기 위해 변형계수를 사질토, 점성토의 표준관입시험치 N값으로 표현하였다(표 6).

표 6. 침하량 산정식 적용가능한 N값

변형계수	침하량 산정식	적용 가능한 지반
100(kgf/cm <sup>2</sup> ) 미만	$s = B(0.0006p^2 + 0.0415p + 0.5234)$	연약하거나 중간 정도의 점토 (N < 15)
100 ~ 500 (kgf/cm <sup>2</sup> )	$s = B(0.0001p^2 + 0.0273p + 0.0818)$	중간 밀도 모래(10 < N < 30) 실트질 모래, 견고한 점토 (N < 30)
500(kgf/cm <sup>2</sup> ) 이상	$s = B(0.00002p^2 + 0.0023p + 0.1144)$	촉촉한 모래, 밀실한 풍화대 (N > 50)

s = 침하량, B = 기초폭 p = 하중(kgf/cm<sup>2</sup>)

변형계수 100(kgf/cm<sup>2</sup>) 미만은 N가 15미만의 연약하거나 중간 정도의 점토지반, 100~500(kgf/cm<sup>2</sup>)은 중간 밀도 정도의 모래(10 < N < 30)나 실트질 모래 및 견고한 점토(N < 30)에 적용가능하다. 변형계수 500(kgf/cm<sup>2</sup>) 이상에 대한 침하량 산정식은 N값 50이상의 촉촉한 모래나 밀실한 풍화대에 사용가능할 것으로 판단된다.

## 5. 결론

얇은 기초에서 재하판 크기증가에 따른 침하량 증가량을 산정하기 위해 화강풍화토 및 풍화암을 대상으로 실내 모형 토조시험 및 현장 평판재하시험을 실시하고 그 결과를 하중~상대침하 개념으로 정규화하여 거동을 분석함으로써 침하량 산정식을 제시하였다.

1. 재하판 직경 D15, 25, 30, 40, 75, 140cm를 대상으로 실시한 평판 재하시험 결과를 기존 항복하중 및 극한하중 판정법 대신에 하중~상대침하 개념으로 정규화(Normalization)하면 동일한 화강풍화토나 풍화암 지반조건에서는 재하판 직경에 관계없이 일정한 형태의 곡선을 나타내었다.
2. 평판 재하시험 결과에서 도출된 하중~상대침하 경향식으로부터 실제 구조물의 침하량을 산정하기 위해 변형계수를 100(kgf/cm<sup>2</sup>)미만인 연약하거나 중간 정도의 점토(N < 15)과 변형계수가 100 ~ 500(kgf/cm<sup>2</sup>)인 중간 밀도 모래(10 < N < 30) 및 실트질 모래, 견고한 점토(N < 30), 변형계수 500(kgf/cm<sup>2</sup>)인 촉촉한 모래, 밀실한 풍화대(N > 50) 이상의 지반으로 분류하고 변형계수별 하중~상대침하 관계식을 제시하였다.
3. 하중~상대침하 관계식을 하중~침하 산정식으로 환산하면 침하량은 기초폭 B와 비례하며 동일한 재하하중에서 변형계수가 100~500(kgf/cm<sup>2</sup>), 변형계수 500(kgf/cm<sup>2</sup>)인 지반은 변형계수 100(kgf/cm<sup>2</sup>) 미만 지반인 경우에 비해 침하량이 각각 64.3, 94.9% 적게 나타났다. 동일 기초폭에서 재하하중이 클수록 변형계수 100(kgf/cm<sup>2</sup>)

미만 지반에 비해 침하량이 더 적게 나타났다.

- 4. 상기 제시된 침하량 산정식을 이용하면 예비 설계단계에서 구조물 하중, 기초폭에 대한 침하량을 구할 수 있으므로 얇은 기초의 허용 침하량 만족여부를 판단하는 근거로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

**참고문헌**

1. 김도열(2002), 「평판재하시험을 이용한 지지력 및 침하량 산정 시 모래와 점토의 혼합비율에 따른 Scale Effect 연구」, 한양대 박사학위 논문.
2. 대한주택공사(2001), 「신갈, 건산, 노은, 울전, 가경, 십정, 안중, 송화지구 지반조사 보고서」.
3. 박용부(2004), 「화강풍화대에 시공된 얇은 기초의 침하량 산정에 관한 실험적 연구」, 한양대학교 박사학위 논문.
4. 임해식, 박용부, 김정수(2002), 「지내력 기초에서의 크기효과(Scale effect) 적용방안에 관한 연구」, 대한주택공사 연구보고서.
5. 정형식, 김도열, 김정호(2003), “Scale effect를 고려한 기초의 지지력 및 침하량 산정을 위한 모형실험”, 한국지반공학회 논문집, 19: 5.
6. Briaud, J. E. and R. M. Gibbens (1994), “Predicted and Measured Behavior of five Spread Footings on Sand”, *Proceedings of a Symposium sponsored by the Federal Highway Administration at the 1994 American Society of Civil Engineers, ASCE, Conference Settlement '94, College Station, Texas, June 16~18, pp. 119~128.*
7. Ismael, N. F. (1985), “Allowable Bearing Pressure from Loading Test on Kuwaiti soils”, *Canadian Geotechnical Journal*, 22(2): 566~575.