

## 매립지반의 팽이말뚝 평판재하시험 사례 연구

### Case Study Top-Base Foundation Static Loading Test in Reclaimed Land

신은철<sup>1)</sup>, Eun-Chul Shin, 김성환<sup>2)</sup>, Sung-Hwan Kim, 이에영<sup>3)</sup>, Ae-Young Lee

<sup>1)</sup> 인천대학교 토목환경공학과 교수, Professor, Dept. of Civil and Environmental, University of Incheon

<sup>2)</sup> 인천대학교 토목환경공학과 박사과정, Ph.D. Student, Dept. of Civil and Environmental, University of Incheon

<sup>3)</sup> 인천대학교 토목환경공학과 박사과정, Ph.D. Student, Dept. of Civil and Environmental, University of Incheon

**SYNOPSIS** : Top-Base Method is a stabilization method for light weight structures particularly in the soft ground. It is widely used for the increment of bearing capacity and the effect of restraining settlement when the bearing capacity of the ground is not enough. Top-shaped cone concrete foundations are installed in graveled laid over soft ground. The principle of the basic method is to maximize effect of dispersing the overburden pressure by increasing the contact area of the top-shaped cone. Therefore, the bearing capacity is increased and the settlement is decreased by the embedded resistance of pile part in the ground. In this paper, the plate bearing test was conducted to evaluate the feasibility of Top-Base foundation. Based on the test results, the coefficient of subgrade reaction, elastic modulus, and settlement of foundation on reclaimed land was derived.

**Key words** : Top-Base method, Reclaimed land, Settlement, Estimate bearing capacity, Plate bearing capacity

## 1. 서 론

최근 경제성장 및 산업의 발달, 핵가족화 등에 따라 공업 및 주거용 부지의 요구가 늘어나고 있으나, 삼면이 바다이며 좁은 국토를 가진 우리나라에서는 가용가능한 부지가 절실히 부족한 사태를 맞고 있다. 이를 극복하기 위하여 국토개발 차원에서 해안 매립을 포함한 각종 해안개발 사업이 활성화 되고 있으며, 이러한 연약지반을 활용한 단지 조성에 관심이 고조되고 있다. 일반적으로 연약지반 상에 구조물을 축조하거나 도로 또는 단지를 조성하는 경우 지지력 부족으로 인한 지반 전단파괴 및 허용침하량을 초과하는 과도한 압밀침하로 인하여 많은 문제점이 발생하고 있다. 따라서, 연약한 토층이나 열악한 지반조건에서 구조물을 설치할 때 기초의 지지력 및 침하문제는 구조물의 안전성과 사용성에 막대한 영향을 끼치므로 구조물의 기능에 가장 적합한 형식의 기초공법을 채택하는 것이 중요하다. 이러한 공법의 선택은 구조물의 안정성과 시공성 그리고 경제성에 큰 영향을 미치게 된다.

연약지반 상에 구조물을 축조 시 지지력 증가와 침하를 억제하기 위한 지반보강 공법으로 팽이기초 공법이 있다. 팽이기초공법은 지반위에 팽이형 콘크리트 파일을 부설하고 그 사이에 쇄석을 채움으로써 팽이 원추부의 접지면적을 극대화하여 상재하중을 분산시키고 채움쇄석과 팽이말뚝 파일부의 조합으로 파일부 지반 주변의 측방변위를 구속하여 강성매트를 구성하는 표층보강공법으로, 시공성과 경제성에서도 탁월한 장점을 지니고 있다. 최근 이러한 팽이기초공법은 국내 여러 현장에서 시공되었고, 많은 현장

재하시험이 실시되었다. 이들 현장의 시공사례를 보면 기초의 침하가 현저히 감소하고 지지력이 상당히  
게 향상되는 것을 알 수 있다. 그러나 팽이기초공법의 원리가 아직도 충분하게 연구되지 않기 때문에,  
현재에도 여러 가지 연구가 수행되고 있다. 본 논문에서는 매립지반에 시공된 팽이기초에 대해 평판재  
하시험을 수행하여 지지력 및 침하에 대한 안정성 여부를 검토하였다.

## 2. 팽이기초공법 및 평판재하시험

### 2.1 팽이기초공법

팽이말뚝 기초공법은 짧은 팽이형 콘크리트 파일을 연약지반 기초에 사용하여 지지력 증가와 침하 억  
제 효과를 동시에 도모하는 연약지반 표면 처리 시 적용되는 강성매트공법으로 연약지반에 토목이나 건  
축의 구조물을 설치하고자 할 때, 지반의 지지력이 부족하거나 침하의 발생이 예상되는 경우가 많다. 이  
때에 연약 지반 표면처리 중 팽이말뚝기초 공법을 사용하면, 배근된 기초철근과 연결철근의 보강효과가  
작용되면서 재하 하중이 팽이파일로 하여금 채움 쇄석을 구속하여 압축하게 함으로, 어느 정도의 강성  
을 갖는 지반구조 기초를 얻게 된다. 이러한 표층처리의 팽이파일 기초로서 지반의 측방변형을 방지하  
고 침하방지와 부동침하억제의 효과를 얻게 된다. 연약지반에서 지반의 지지력이 다소 부족한 경우, 하  
중이 별로 크지 않은 중소규모의 구조물임에도 불구하고, 그 기초에 과도한 말뚝기초를 사용하는 예가  
많다. 이러 한 경우에 팽이말뚝 기초공법을 사용하면 소기의 성과를 이룰 수 있을 뿐만 아니라 시공장  
소, 대형장비 시설에 구애받지 않고 공사 중에 소음이나 진동 등 건설 공해 없이 안정된 기초를 경제적  
으로 설치할 수 있다. 팽이말뚝 기초공법은 건축 구조물과 토목 구조물의 기초에 적용할 수 있는데, 먼  
저 건축구조물의 기초에는 공장의 기초, 아파트, 공장주택의 지하주차장 기초, 연립주택, 창고, 중규모  
건축물, 병원 등의 대형건축물의 기초, 단독주택의 기초, 지하저수조, 오수정화조 등의 각종 탱크의 기  
초, 가설건축물, 창고 등의 매립지반의 기초, 정밀기계의 방진기초에 적용할 수 있고, 토목구조물의 기초  
에는 공동구, 전력구 등으로 사용되는 암거의 기초, 철탑, 광고탑 등의 지주구조물의 기초, 옹벽 벽체의  
기초, 노상, 보조기층의 도로포장의 기초 등에 적용 될 수 있다.

팽이말뚝 기초공법은 팽이파일, 기초철근, 연결철근, 채움쇄석 그리고 모래와 토목섬유로 구성된다. 먼  
저, 팽이말뚝은 연약지반 기초용 팽이파일은 상부직경  $\Phi 330\text{mm}$ 와  $\Phi 495\text{mm}$ 의 두 가지가 사용되고 기  
초철근의 경우는 팽이말뚝을 일정한 위치에 설치하기 위한 가이드 겸 보강근 역할을 하는 철근격자로서  
지반면에 설치되는 기초철근의 팽이말뚝의 크기에 따라 D10또는 D13을 사용한다. 연결철근은 팽이말뚝  
을 격자형상으로 서로 연결하여 고정시키는 철근으로서 철근사이즈는 기초철근과 동일하며, 채움쇄석은  
팽이말뚝 사이의 간격은 깎자갈 등으로 채운다. 모래와 토목섬유는 기초철근에 앞서 포설함으로써 쇄석  
과 흙을 분리시키고 추가적인 지지력증대 및 침하 억제를 도모하기도 한다.

### 2.2 팽이말뚝 평판재하시험 방법 및 준비

#### 2.2.1 평판재하시험 방법

팽이말뚝 재하시험을 실시하기 위해서는 먼저 설계하중의 3배 이상에 해당하는 재하물이 필요하다. 연  
구대상 현장에서는 시험위치 주위에 반력보를 설치하고 그 위에 백호를 하중으로 이용하는 시험방법으  
로 실시하였다. 재하시험에 의한 지지력 측정은 팽이형 기초 윗면에 재하판을 놓아 평판재하시험을 실  
시한다. 시험방법은 한국산업규격(KSF 2444)의 확대기초에서 정적하중에 대한 흙의 지지력 시험방법에  
준하는 것으로 하며, 재하판의 크기는 팽이형기초의 시공상황에 따라 적절한 것을 선택하는 것으로 한  
다. 지지력을 원지반에서 직접 확인하여야 할 때에는 팽이형기초의 윗면에 직접 재하판을 놓아 평판재  
하시험을 실시한다. 일반적으로 시험위치는 팽이파일과 팽이파일 사이에 하나 경우에 따라 팽이파일 중

양에서 시행하기도 한다. 시험현장의 조건은 시공된 후에 그 일부분에서 시행하는 경우와, 앞으로 시공하고자 하는 현장에서 팽이파일을 몇 개 부설하고 시행하는 경우가 있다. 이미 시공된 현장에서 시행하는 경우는 팽이형기초가 광범위하게 시공되어 있는 현장에서 그 일부를 이용하여 평판재하시험을 실시할 때에는 다음의 순서에 따른다.

우선, 반력을 얻기 쉬운 곳에 시공되어 있는 현장의 대표적인 지점을 선정한다.  $\Phi 330$ 형이면 9개,  $\Phi 500$ 형이면 4개에 대하여 그들을 일체로 한 재하시험을 시행한다. 위치철근과 연결철근을 다른 팽이파일과 분리되도록 절단하고, 그들만을 다시 조립하여 시험공시체로 독립된 일체의 팽이형기초가 되도록 한다. 재하판을 올려놓고 재하시험을 시행한다. 재하판은  $\Phi 300$ 형의 경우에  $1\text{m} \times 1\text{m}$ 의 크기를 사용하는 것이 바람직하다.  $\Phi 500$ 형의 경우도  $\Phi 330$ 형과 같은 방법으로 시행한다. 시험을 할 때 최대하중은 설계하중의 3배까지로 하고 그 결과를 사용하여 하중-침하량곡선을 작성한다. 시공되지 않은 현장에서 시행하는 경우는 팽이형기초의 시공지반까지 굴착하고  $\Phi 300$ 형이면 9개,  $\Phi 500$ 형이면 4개로 하여 시공기준에 따라 그들이 일체가 되도록 부설한다. 실제로 광범위하게 시공되어 있는 팽이형 기초와 조건이 상응되도록 하기 위하여, 채움 쇄석이 시공된 깊이까지 강관(두께5mm이상)으로 주위벽을 설치함으로써 채움 쇄석의 측방을 구속하는 상태로 재하시험을 시행한다.

본 연구에서 수행한 팽이말뚝 재하시험은 매립지반의 구조물(○○대학 신축공사) 현장에서 시공 중인 팽이형 말뚝에 대한 지지력을 측정, 설계지지력과 비교하여 지지력과 침하에 대한 안정성 여부를 확인하기 위하여 실시하였다. 본 연구의 팽이말뚝 재하시험 재하 하중단계는 최대하중(설계하중의 2~3배)에서 5~6단계로 나누어 재하하였으며, 재하방법은 통상적으로 널리 사용하고 있는 단순재하방법으로 실시하였고, 평판재하시험의 실시 현황은 표 1과 같으며, 구체적인 재하하중 단계는 표 2와 같다. 이와 같은 방법으로 재하시험을 수행하여 항복점이나 극한하중이 확인되는 시점까지 또는 최소 25mm 및 재하판 직경(폭)의 10% 침하시점까지 시험을 수행하였다. 단계별 재하하중에 의한 침하량 측정시간은 0분, 1분, 2분, 3분, 4분, 5분, 10분, 15분 간격으로 측정하였다.

표 1. 평판재하시험 실시현황

PLT NO.	시 험 위 치	설계하중
PBT-1	공동구4호선	14.61 ton/m <sup>2</sup>
PBT-2	공동구10호선 (강당및공연장연결부위)	15.20 ton/m <sup>2</sup>
PBT-3	공동구11호선	12.70 ton/m <sup>2</sup>
PBT-4	공동구13-2호선	13.50 ton/m <sup>2</sup>

표 2. 재하하중 단계

재 하 하 중			구분	하중지속시간
PBT-1 기준				
단 계	하중강도 (ton/m <sup>2</sup> )	하중 (ton)		
1	12.74	0.9	재하 (Loading)	침하량이 15분에 0.01mm 이내의 조건까지 하중유지
2	25.47	1.8	재하 (Loading)	
3	38.21	2.7	재하 (Loading)	
4	50.95	3.6	재하 (Loading)	
5	63.69	4.5	재하 (Loading)	
6	76.43	5.4	재하 (Loading)	

## 2.2.2 평판재하시험 결과 분석 방법

일반적으로 평판재하시험의 결과로 지지력을 산출할 수 있다. 지지력에는 항복하중강도, 극한지지력, 허용지지력 및 허용지내력 등이 있다. 항복하중강도란 비례한도 내에서의 지지력을 말하며, 극한지지력이란 침하량은 계속 이루어지나 하중은 증가하지 않는 상태의 지지력을 말하며, 허용지지력이란 항복하중강도, 극한지지력에서 안전율을 고려하여 결정된 지지력을 말하며, 허용지내력은 지지력에 침하요소를 고려하여 결정된다. 항복하중에 의한 판정법에는 3가지 방법에 있으며, 이들 결과를 종합하여 항복하중을 결정하는 것이 좋다. 첫째, P-S 곡선 분석법은 극한하중에 도달할 때 침하가 급증한다는 것에 착안한 것으로 하중 P-침하량 S곡선의 급변하는 점의 하중을 항복하중으로 하고, 이때 안전율을 2.0을 적용

하여 허용지지력을 구한다. 둘째, log P-log S 곡선 분석법은 일정하중을 일정 시간간격으로 단계적으로 증가하여 얻어지는 하중-침하량을 Log graph에 Plot하여 생기는 직선의 제1절점에 대한 하중을 항복하중으로 결정하는 방법이다. 이 방법은 다음의 S-log T 곡선법을 병용하여 확인하여 결정할 필요가 있다. 마지막으로 S-log T 곡선 분석법은 재하 시 말뚝의 역학적 특성이 잘 반영되는 것으로 각 하중 단계별 S-log T 곡선중 침하량이 증가하는 방향으로 뒀형의 곡선이 표시되는 점, 또는 직선상의 경사가 증가하는 한계에 대한 하중을 항복하중으로 한다. 그림 1~그림 3은 각각의 방법에 대한 그래프에 도시한 예를 나타낸 것이다. 다음으로 극한하중에 의한 지지력 판정방법과 침하량 규정에 의한 판정방법이 있다. 극한하중에 의한 판정법은 하중의 증가없이 침하가 계속되는 점, 하중의 증가없이 너무 큰 침하량이 발생되기 시작하는점, 재하판 직경(폭)의 10% 침하가 발생하는 점으로 결정하는 것이다. 침하량 규정에 의한 판정법은 표 3~표 4의 각각의 기준에 따라 지지력을 결정하는 것이다.

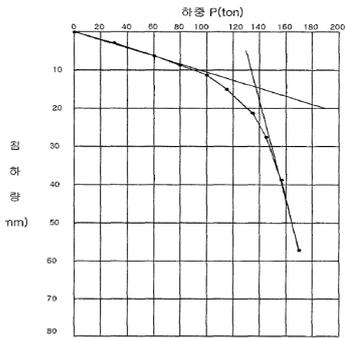


그림 1. P-S 곡선분석

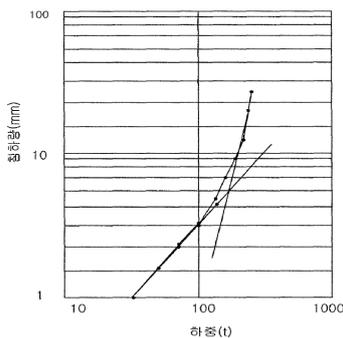


그림 2. log P-log S 곡선분석

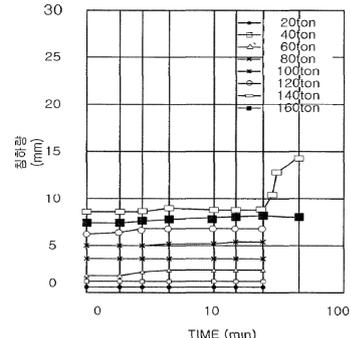


그림 3. S - log T 곡선분석

표 3. 침하량의 허용기준(건축기초 구조설계기준)

구분	구조종별 기초형식	콘크리트 블럭조			
		연속기초	독립기초	연속기초	온통기초
압밀침하의 경우	표 준 값	2	5	10	10-(15)
허용최대침하량	최 대 값	4	10	20	20-(30)
압밀침하의 경우	표 준 값	1	1.5	2	2-(3)
허용상대침하량	최 대 값	2	3	4	4-(6)
즉시침하의 경우	표 준 값	1.5	2	2.5	3.5-(4)
허용 침하량	최 대 값	2	3	4	6-(8)

표 4. 침하량의 허용기준 (외국의 설계기준)

저자	구조형식	허용침하량(cm)	허용각변형(rad)
Baumann, 1853	철근CON'C구조	4	-
Jenny, 1855	철근CON'C구조	57.5	-
Purdy, 1891	철근CON'C구조	7.512.5	-
Simpson, 1934	철근CON'C구조	1012.5	-
Terzaghi, 1935	철근CON'C구조	5	-
	연와구조	-	1/280
Terzaghi Peck	철근CON'C구조	5	1/320
Tschebotarioff	연와구조	57.5	-
WardGreen, 1952	연와구조	-	1/480
Meyerhof, 1943	철근CON'C구조라멘	-	1/300
	철근CON'C구조벽식	-	1/1000
	연와구조	-	1/600
大崎, 1956	철근CON'C구조	-	1/600 ~ 1/1000
	블록구조	-	1/600 ~ 1/1000

### 3. 평판재하시험 결과 분석

#### 3.1 평판재하시험 결과에 의한 허용지지력 산정

본 연구에서 평판재하시험 결과에 의하여 허용지지력의 산정하였으며 다음과 같은 식 (1), 식 (2)를 적용하여 산정하였다. 식에 적용한  $N_q$  와 흙의 단위중량( $\gamma_2$ )은 표 5의 값을 사용하였다. 또한, 지반의 단위체적중량( $\gamma$ ) 및 수중 단위체적중량( $\gamma'$ )는 표 6의 값을 적용하였다. 여기서, 수중 단위체적중량( $\gamma'$ )는 흙의 단위체적중량에서 물의 비중  $1 \text{ t/m}^3$ 의 차감치를 나타낸 것이다.

$$\text{지반의 장기 허용지지력} \quad q_a = q_t + \frac{1}{3}\gamma_2 D_f N_q \quad (1)$$

$$\text{지반의 단기 허용지지력} \quad q_a = 2q_t + \frac{1}{3}\gamma_2 D_f N_q \quad (2)$$

여기서,  $q_a$ 는 지반의 허용지지력( $\text{ton/m}^2$ ),  $\gamma_2$ 는 기초저면 상부 흙의 평균 단위체적 중량( $\text{ton/m}^3$ ),  $D_f$ 는 기초의 근입깊이,  $N_q$ 는 기초저면 하부 토질의 지지력계수이며,  $q_t$ 는 항복 하중도  $\times \frac{1}{2}$ , 극한 지지력도  $\times \frac{1}{3}$ , 재하최대하중도  $\times \frac{1}{3}$  중 작은 값으로 산정하였다.

표 5.  $q_a$  산정식에서의  $N_q$ ,  $\gamma_2$  일람표

지 반		내부마찰각의 하한값	$N_q$	$\gamma_2$ ( $\text{ton/m}^3$ )	
				지하수위 상부	지하수위 하부
사질토 지반	이완 경우 $N = 5 \sim 10$	$20^\circ$	6	1.6	0.6
	굳어있을 경우 $N > 20$	$30^\circ$	12	1.8	0.8
점 토 질 지 반		$0^\circ$	3	1.5	0.5

표 6. 지반의 단위체적중량  $\gamma$ 의 값

토 질	단위체적 중량 $\gamma$ ( $\text{t/m}^3$ )		수중단위체적중량 $\gamma'$ ( $\text{t/m}^3$ )
	범위	표준치	
점 성 토	1.4~1.7	1.5	0.5
중 간 토	1.5~1.8	1.6	0.6
사 질 토	1.6~1.9	1.8	0.8

#### 3.2 지반반력계수(K) 산정

지반반력계수(modulus of subgrade reaction)는 기초의 탄성변위량이나 고유주기의 계산에 사용되는 정수이다. 이와 같이 지반반력계수는 기초설계에 필요한 기본적인 정수이므로 재하시험결과를 충분히 검토하여 결정하여야 한다. 따라서 본 연구에서 산정한 지반반력계수 K는 다음 식 (3)을 적용하여 산정하였으며 산정결과는 표 7에 나타내었다.

$$K = \frac{\sigma}{\delta} \quad \left. \begin{array}{l} \text{여기서, } K : \text{지반반력계수}(\text{kg/cm}^2) \\ \sigma : \text{하중강도}(\text{kg/cm}^2) \\ \delta : \text{침하량(변위)}(\text{cm}) \end{array} \right\} (3)$$

표 7. 지반반력계수 산정 결과

위 치	$\sigma$ 하중강도 (kg/cm <sup>2</sup> )	$\delta$ 침하량(변위) (cm)	K 지반반력계수 (kg/cm <sup>2</sup> )	비 고
PBT-1	1.2740	0.3155	4.0380	
PBT-2	0.8490	0.2375	3.5747	
PBT-3	0.7080	0.2840	2.4930	
PBT-4	0.8490	0.3455	2.4573	

### 3.3 탄성계수( $E_s$ ) 산정

지반변형계수(탄성계수)는 지반이 탄성체라면 지반에 고유한 값을 가진다. 그러나 지표면에서의 기초의 변위량은 상부의 허용 변위량으로부터 규제되어 기초의 치수에는 거의 관계없이 일정한 값을 갖게 된다고 생각되므로 기초의 크기에 대한 변위의 비율은 큰기초에서는 작은 기초보다 작으며 따라서 변형계수는 크게 나타나는 경향이 있다. 지반의 변형계수가 기초폭의 함수로서 증가하는 형식으로 되어 있는 것이 이것 때문이다. 본 연구에서는 지반변형계수  $E_s$ 는 지반반력계수(K)가 구해지면 그 침하량에 대한 지반변형계수  $E_s$ 는 다음 식 (4)와 같이 산정하였으며, 지반변형계수 산정결과는 표 8에 나타낸 바와 같다. 여러가지 흙에 대한 지반변형계수는 표 9에 나타내었다.

$$E_s = (1 - \mu) \times B_s \times I_p \times K \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (4)$$

여기서,  $\mu$ 는 지반의 포아슨비(일반적으로 흙은 0.3)이고,  $I_p$ 는 재하판의 형상에 의한 계수(원형 : 0.79 정사각형 : 0.88),  $B_s$ 는 재하판의 직경 또는 일변의 길이이다.

표 8. 지반변형계수 산정결과

위 치	$\mu$ 포아슨비	$I_p$ 형상계수	$B_s$ 재하판 폭 (cm)	K 지반반력계수 (kg/cm <sup>2</sup> )	$E_s$ 지반변형계수 (kg/cm <sup>2</sup> )	비 고
PBT-1	0.3	0.88	50	4.0380	124.3704	
PBT-2				3.5747	110.1008	
PBT-3				2.4930	76.7844	
PBT-4				2.4573	75.6848	

표 9. 여러 가지 흙에 대한 지반반력계수  $I_p$

흙의 종류	$E_s$	포아슨비
	(kg/cm <sup>2</sup> )	$\mu$
느슨한 모래	105.57 ~ 246.33	0.20 ~ 0.40
중간정도 조밀한 모래	175.95 ~ 281.52	0.25 ~ 0.40
조밀한 모래	351.90 ~ 563.04	0.30 ~ 0.45
실트질 모래	105.57 ~ 175.95	0.20 ~ 0.40
모래와 자갈	703.80 ~ 1759.5	0.15 ~ 0.35
연약 점토	21.11 ~ 52.84	
중간정도 점토	52.84 ~ 105.57	0.20 ~ 0.50
굳은 점토	105.57 ~ 246.33	

표 10. 평판재하시험 종합결과

관정기준		항복하중 및 극한하중 (ton/m <sup>2</sup> )	침하량 (mm)	안전율 (F.S)	지 지 력 (ton/m <sup>2</sup> )	관 정 (ton/m <sup>2</sup> )	비고
전침하량 기준	25.4mm	-	25.4	3	-	-	항복하중 극한하중 발생시 최소값 적용
항복하중 기준	P - S	-	-	2	-	-	
	log P - log S	-	-		-		
	S - log T	-	-		-		
재하최대하중 × 1/3		PBT-1		76.43 × 1/3 = 25.47 tf/m <sup>2</sup>			
		PBT-2		50.96 × 1/3 = 16.98 tf/m <sup>2</sup>			
		PBT-3		42.46 × 1/3 = 14.15 tf/m <sup>2</sup>			
		PBT-4		50.96 × 1/3 = 16.98 tf/m <sup>2</sup>			
시험측정 Level (E.L, m)	PBT-1	1.614	설계지지력 (tf/m <sup>2</sup> )	PBT-1	14.61		
	PBT-2	4.85		PBT-2	15.20		
	PBT-3	3.20		PBT-3	12.70		
	PBT-4	1.92		PBT-4	13.50		
초기하중×단계	PBT-1	12.74×6단계	허용지지력 (tf/m <sup>2</sup> 이상)	PBT-1	25.47		
	PBT-2	8.49×6단계		PBT-2	16.98		
	PBT-3	7.08×6단계		PBT-3	14.15		
	PBT-4	8.49×6단계		PBT-4	16.98		
최대 재하하중 (tf/m <sup>2</sup> )	PBT-1	76.43	최종침하량 (mm)	PBT-1	3.155		
	PBT-2	50.96		PBT-2	2.375		
	PBT-3	42.46		PBT-3	2.840		
	PBT-4	50.96		PBT-4	3.455		

#### 4. 종합결론

본 연구에서는 매립지반의 구조물 신축공사 중 팽이말뚝 시공에 대한 지지력 확보를 확인하기 위하여 4개소를 대상으로 평판재하 시험을 한국산업규격(KS F-2444)의 규정에 의거하여 실시하였고, 침하량 및 지지력을 검토하였다. 이에 대한 검토 결론은 다음과 같다.

1. 4개소의 평판 재하시험 결과는 하중(P)-침하량(S) 곡선법, Log P-Log S 곡선법 및 S-Log T 곡선법을 이용하여 분석하였다. 분석결과 항복하중과 극한하중은 측정되지 않아 최대 재하하중을 극한하중 및 항복하중으로 결정하였다.
2. 본 평판재하시험 결과 전 구간에 대하여 항복하중과 극한하중이 산정되지 않았으며, 시험결과에 따른 지지력은 PBT-1은 최대재하하중 25.47tf/m<sup>2</sup>, 허용 지지력은 25.47tf/m<sup>2</sup> 이상, PBT-2는 최대재하하중 50.96tf/m<sup>2</sup>, 허용 지지력은 16.98tf/m<sup>2</sup> 이상, PBT-3은 최대재하하중 42.46tf/m<sup>2</sup>, 허용 지지력은 14.15tf/m<sup>2</sup> 이상, PBT-4는 최대재하하중 50.96tf/m<sup>2</sup>, 허용 지지력은 16.98tf/m<sup>2</sup> 이상으로 전 시험단면에 대하여 설계하중을 만족하는 것으로 분석되었다.
3. 평판재하시험에 따른 지반반력계수를 바탕으로 도출한 각 지점별 탄성계수 범위는 75.6848~124.3704kg/cm<sup>2</sup>, 최종침하량 범위는 약 2.375~3.455mm로 예측되어 팽이말뚝 설치에 따른 공동구 구조물의 침하현상을 감소시킬 수 있을 것을 판단된다.

## 참고문헌

1. 박병헌(2006), “팽이말뚝 기초의 지지력 산정에 관한 수치해석”, 석사학위논문, 서울시립대학교.
2. 이강일, 이정영, 홍기채, 황순중(2006), “지내력 보강 기초인 현장타설형 팽이말뚝 기초공법”, 2006년 대한토목학회 정기학술대회 논문집, pp.1685~1688.
3. 이삼영(2002), “평판재하시험에 의한 얽은기초의 지지력 및 침하량 산정 연구”, 석사학위논문, 조선대학교.
4. 정상배(2001), “연약지반 보강을 위한 팽이파일 안전성에 관한 연구”, 석사학위논문, 부경대학교.
5. 조진호(2007), “모래지반에서 팽이기초의 형상변화에 따른 모형시험연구”, 석사학위논문, 단국대학교.
6. 제이엘기초엔지니어링(2008), “인천대 송도캠퍼스 신축공사 현장 팽이말뚝 재하시험보고서”.
7. 최치영(2006), “팽이기초의 형상변화에 따른 지반거동”, 석사학위논문, 단국대학교.