

# 침하분석 곡선맞춤에서 설계자의 주관적 데이터 조정을 배제한 침하량 산정

## Settlement Estimation via Curve Fitting Excluding Designer's Subjective Data Adjustments

김동환\* · 문성우\*\*

Donghwan Kim\* · Sungwoo Moon\*\*

### Abstract

The preloading method, commonly used in soft ground improvement for road and site development, is critical in predicting settlement behavior under varying construction conditions. However, assessing soil properties and stratigraphy is challenging due to inherent uncertainties. In practice, as a result, engineers usually rely on settlement measurement data and trend analysis methods such as the hyperbolic method. While these methods use the same prediction theory, results can differ depending on how the analyst sets the regression analysis interval after axis transformation. Additionally, visually comparing measured and predicted settlements can be challenging in obtaining objective results. This study proposes a solution to these challenges by introducing a settlement prediction method that removes the subjective influence of the designer. The study compares and analyzes predicted and final settlement calculation methods using the "SOLVER" function in Excel. The results show that, while conventional methods are influenced by regression analysis interval choices and analyst bias, the proposed method provides more reliable and accurate predictions, reducing analysis time. This research enhances objectivity and reliability in soft ground settlement analysis, and further improvements are expected by incorporating additional field data and alternative methods, improving the accuracy of settlement prediction techniques.

**Keywords:** Hyperbolic Method, Soft Soils, Long-Term Settlement, Regression Analysis, Settlement Prediction

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

일반적으로 연약지반에서 도로, 단지 등을 조성하거나 구조물을 축조할 때, 배수재 및 선행 재하 공법을 이용하여 지반을 압밀 상태로 만들어 지반의 안전성을 확보하는 방법이 널리 사용되고 있다. 이러

한 선행 재하 공법을 적용함에 있어 연약지반의 침하 거동을 정확하게 이해하고 체계적으로 관리하는 것은 시공 중 발생할 수 있는 안전 문제를 미리 예방하는 데 매우 중요하다. 그러나 지반 조사의 한계성, 지반의 토질 정수, 지층 두께의 변화, 실제 현장 시공 조건의 차이 등 다양한 요인으로 인해 설계 단계에서 계획된 침하 거동과 실제 현장 거동 사이에 상당

\*부산대학교 사회환경시스템공학과 박사과정(주저자: soil33@naver.com)

\*\*부산대학교 사회환경시스템공학과 교수(교신저자: sungwmoon@pusan.ac.kr)

한 차이가 발생하는 경우가 많다. 이로 인해 지반의 지지력 부족으로 과도한 침하 및 전단파괴와 같은 심각한 문제가 빈번히 발생하고 있다.

따라서 이러한 문제를 사전에 예방하거나 최소화하기 위해 보다 정확하고 신뢰성 있는 침하 예측 방법에 대한 지속적인 연구가 절실히 요구된다.

본 연구의 필요성은 기존 침하 예측 방법인 쌍곡선법이 분석자의 주관적 판단에 따라 결과가 달라질 수 있어 신뢰성과 객관성이 부족하다는 문제점을 극복하는 데 있으며, 본 연구의 목적은 EXCEL 프로그램의 “SOLVER” 기능을 이용하여 설계자의 주관적 데이터 조정을 배제하고, 현장에서 측정한 객관적인 데이터를 기반으로 침하량을 정확하고 효율적으로 산정할 수 있는 최적의 방법을 도출한다는 점에 있다. 이를 위해 부산광역시 낙동강 인근의 연약지반 현장 계측 데이터를 활용하여 기존의 쌍곡선법과 새롭게 제안하는 SOLVER 기반 최적 방법의 비교평가를 수행하였으며, 이를 통해 현장에서의 침하 예측 정확도를 향상시키며 분석 소요 시간을 단축하여 실무적인 적용성 측면에서도 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

## 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 부산광역시 낙동강 인근의 연약지반 현장에서 계측된 지표 침하 데이터를 사용하여 침하량 예측 방법을 비교하고 분석하는 연구이며, 두 가지 주요 방법을 적용하였다.

첫 번째 방법은 기존에 많이 사용되는 쌍곡선법을 이용해 침하 예측을 수행하는 것이다.

두 번째 방법은 EXCEL의 “SOLVER” 기능을 활용하여 동일한 데이터를 바탕으로 예측을 실시하는 것이다. 그리고 각 방법의 예측 정확성을 평가하기 위해 RMSE(평균 제곱근 오차) 등을 사용하여 두 방법을 정량적으로 비교하고, 각 방법의 현장 적용 가능성도 논의하였다. 이를 통해 두 방법의 장단점을 비교하고, 실무에서 적용할 수 있는 보다 정확한 침하

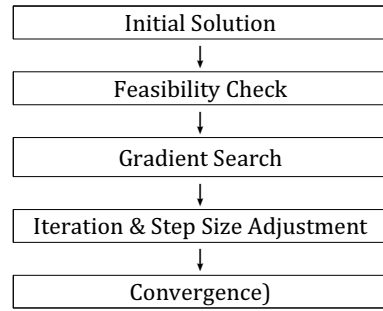


Fig. 1. Generalized Reduced Gradient Algorithm

예측 방법을 제시하는 것을 목표로 한다.

두 번째 방법인 EXCEL의 “SOLVER” 기능을 활용하는 것은 세부기능 중 GRG(Generalized Reduced Gradient, 일반화된 축소 경사법) 옵션을 적용하여 분석하였다. GRG 비선형 알고리즘은 비선형 최적화 문제를 해결하기 위한 기법이며, 비선형 연속 함수를 다룰 때 사용된다. GRG 알고리즘 동작 방식은 Fig. 1과 같다.

## 2. 선행연구 검토

대부분의 현장에서는 침하 계측 자료를 이용해 추세선 분석을 통해 지반의 압밀 침하 거동을 예측하고, 이를 바탕으로 최종 침하량을 산정한다. 이러한 예측 방법으로는 쌍곡선법(Tan, 1994), Hoshino 방법( $\sqrt{t}$ ),  $\sqrt{s}$  방법(정성교·최호광, 1998), Asaoka 방법(Asaoka, 1978), Monden 방법(Monden, 1963) 등과 같이 다양한 방법들이 제시되어 있으며, 그 중에서 현장에서는 쌍곡선법이 간편성과 많은 적용 사례로 인해 침하량 예측 시 가장 많이 사용되고 있다(추운식 외, 2010). 쌍곡선법은 연약지반에서 시간에 따른 압밀 침하 거동이 쌍곡선의 형태로 발생한다는 가정하에 계측된 침하 데이터를 이용하여 쌍곡선 형태의 침하곡선을 추정하고, 이를 바탕으로 향후 압밀 침하 거동을 예측하는 방법이다. 일반적으로 현장에서는 계측 자료로부터 근사도가 높은 쌍곡선식을 찾기 위해

시간에 따른 침하계측데이터를 축 변환 후 선형 회귀 분석을 수행하며, 이때 축 변환 이후는 침하계측 데이터가 선형성을 띄게 된다(Tan, 1994). 그러나 축 변환된 데이터에서 제외할 데이터의 정도에 따라 동일한 계측 데이터라도 회귀분석 결과가 달라질 수 있으며, 지반의 압밀 침하곡선이 실제 계측된 결과와 다르게 추정될 가능성도 있다(홍성호 외, 2024). 또한, 선형성이 떨어지는 데이터를 얼마만큼 제외해야 하는지에 대한 구체적인 기준과 방법이 제시되지 않은 상태이다. 따라서 해석을 진행할 때, 해석자의 주관적인 판단에 따라 일부 데이터가 임의로 제외되기 때문에, 동일한 쌍곡선법을 적용하더라도 분석자와 분석 시점에 따라 결과가 달라질 수 있다. 이와 관련하여, 데이터 제외 범위에 따른 해석 결과 변화에 대한 연구는 아직 부족한 실정이다. 윤명석 외(2011)는 Monden의 시산법을 활용하여 시간 경과에 따른 압밀도를 가정하고, 직선성을 평가하여 가장 높은 압밀도를 기준으로 최종 침하량을 예측하였다.

이러한 기존 예측 방법의 한계를 극복하고자 본 연구에서는 부산광역시 낙동강 인근 연약지반 현장을 대상으로 하여, 실제 지층 조건과 계측 데이터를 기반으로 침하 거동을 보다 정밀하게 분석하고자 한다. 본 연구 대상지인 부산광역시 낙동강 인근 지역의 연약지반은 지층 두께가 약 36m에 이르며, 지층 조건은 Fig. 2에 제시된 바와 같다.

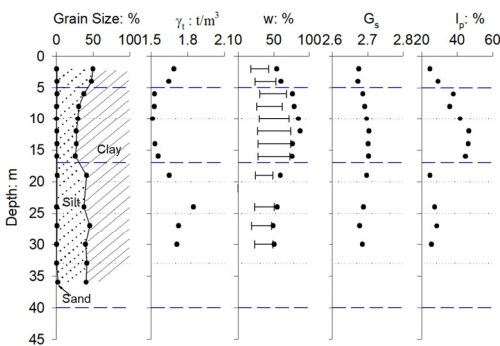


Fig. 2. Field Soil Conditions

### 3. 침하량 분석결과

#### 3.1 기존 침하량 산정방법 및 “SOLVER” 기능을 이용한 최종침하량 산정 방법

##### 3.1.1 쌍곡선법을 이용한 최종침하량 산정 방법

쌍곡선을 이용한 침하량 예측방법은 Fig. 3에서 보는 바와 같이 “성토에 의한 침하곡선이 시간과 함께 쌍곡선적으로 감소한다”는 가정하에 성토완료 후 일정한 하중상태가 된 시점 이후의 침하량과 초기침하량의 측정치로부터 장래의 침하량을 예측하는 방법으로 국내에서 가장 많이 사용되는 침하량 산정 방식이다(Tan, 1994).

침하량 기본식은 식 (1)과 같이 표현된다.

$$s = s_0 + \frac{t - t_0}{\alpha + \beta(t - t_0)} \quad (1)$$

여기서  $s$ 는 임의의 시간에서의 침하량,  $s_0$ 는 최종성토시 침하량,  $t_0$ 는 최종성토시의 시간,  $t$ 는 시간,  $\alpha$ 는  $y$ 축 절편,  $\beta$ 는 기울기를 의미한다.

식 (1)에서 최종 성토 이후의 시간을  $t_0$ , 최종 성토 이후의 침하량을  $s_0$ 으로 두면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

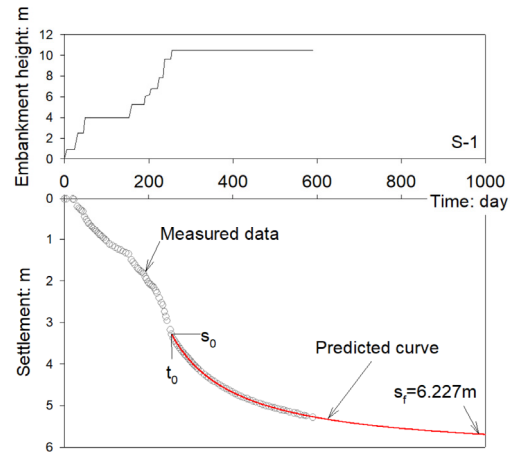
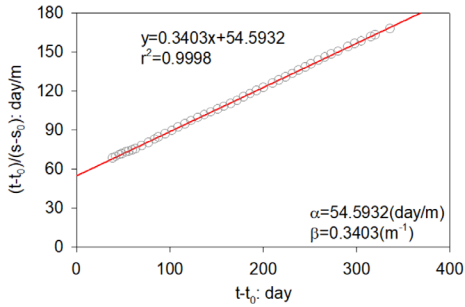


Fig. 3. Settlement Amount Based on Embankment History

$$\frac{t}{s} = \alpha + \beta \cdot t \quad (2)$$



**Fig. 4.** Preliminary Regression Results Following Axis Transformation Based on the Hyperbolic Method

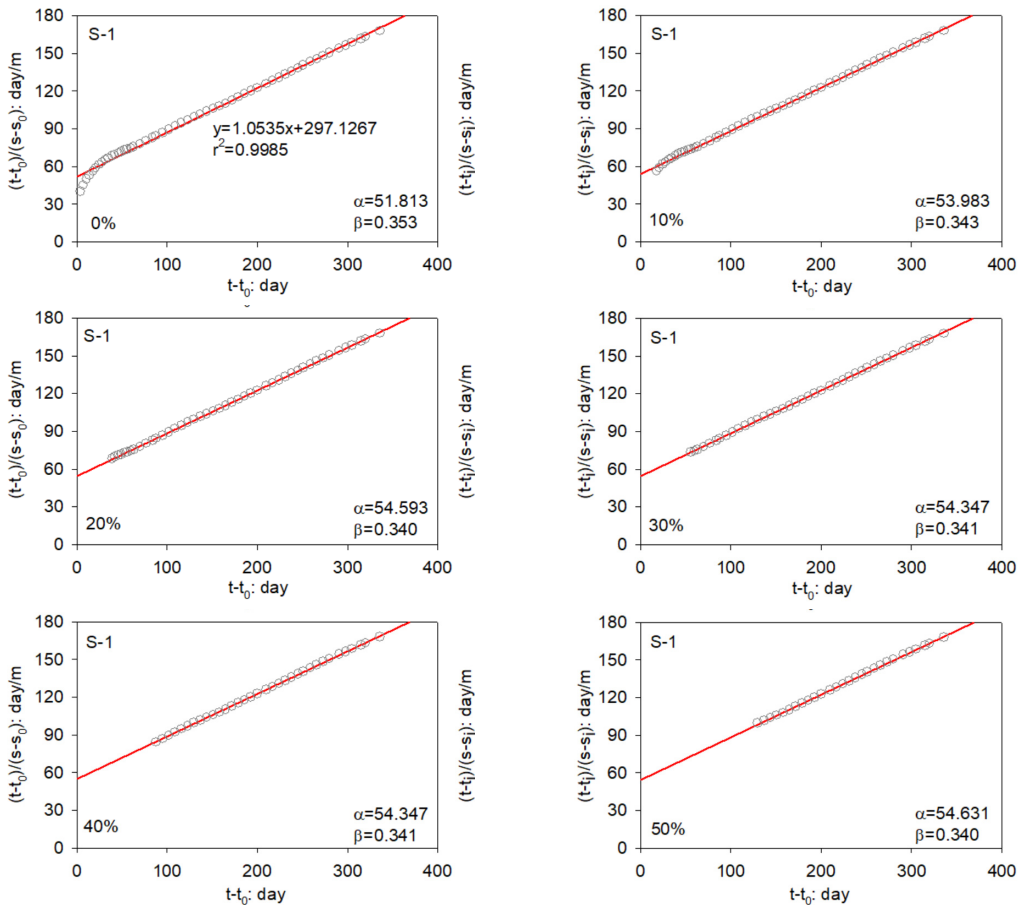
축변환 이후 회귀분석을 통해  $\alpha, \beta$ 를 산정할 수 있으며,  $t \rightarrow \infty$  일 때의 최종침하량( $s_f$ )는 식 (3)과 같이 표현된다.

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{\frac{\alpha}{t} + \beta} = \frac{1}{\beta} = s_f \quad (3)$$

여기서  $s_f$ : 최종 침하량을 의미한다.

Fig. 4와 같이 미지수  $\alpha, \beta$ 를 산정하기 위해서는 축변환 이후 선형회귀분석을 통해서 y축 절편( $\alpha$ )과 기울기( $\beta$ )를 각각 산정할 수 있다.

Fig. 5에서 보는 것과 같이 축 변환 후 회귀분석시



**Fig. 5.** Regression Analysis Results Based on the Selection of Regression Analysis Intervals

**Table 1.** Settlement Analysis Results According to Changes in Regression Analysis Intervals

Excluding Initial Data	Axis		RMSE	Final Settlement (m)
	Transformed Regression Analysis			
		$\alpha$		
Total	51.813	0.353	0.01565	2.832
10%	53.983	0.343	0.00997	2.915
20%	54.593	0.340	0.01021	2.939
30%	54.347	0.341	0.01000	2.929
40%	54.347	0.341	0.01000	2.929
50%	54.631	0.340	0.01025	2.939

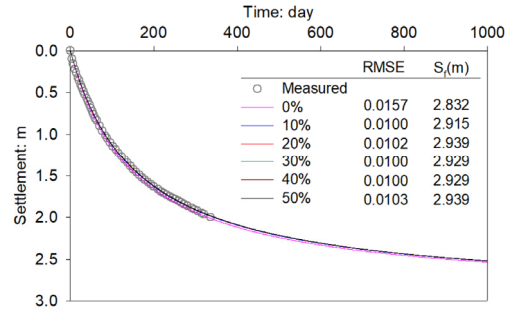
계측데이터의 초반부는 곡선 형태를 나타내기 때문에 초반부 데이터를 일부 제외하여 선형 회귀분석을 실시하여야 한다.

Fig. 5 및 Table 1은 S-1 구간의 계측데이터를 이용하여 회귀분석구간 변화에 따라 산정된  $\alpha$ ,  $\beta$  결과를 나타내었다. 회귀 분석시 최종 성토 이후의 계측 데이터 중 초반구간에 분산된 데이터를 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%로 각각 제외하면서 선형회귀 분석을 실시하였다. 결론적으로 선형회귀분석 구간 선정에 따라  $\alpha$ ,  $\beta$  값이 달라지면 최종침하량에도 영향을 미친다. 또한, 선형 회귀분석을 통해 산정된  $\alpha$ ,  $\beta$ 를 쌍곡선 식 (2)에 대입하여 예측 침하곡선을 구할 수 있으며 계측 데이터와 비교·검토할 수 있다.

본 연구에서는 예측 침하곡선과 계측 데이터와의 정량적으로 비교, 분석을 하기 위하여 평균제곱근편차(RMSE)를 이용하였다. 식 (4)는 RMSE의 일반적인 형태를 보여준다.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (S_{measured} - S_{calculated})^2}{N}} \quad (4)$$

여기서  $S_{measured}$ 와  $S_{calculated}$ 는 임의의 시간에서 계측 침하량과 예측 침하량을 의미하며,  $N$ 은 총 데이터 개

**Fig. 6.** Final Settlement and RMSE Based on Changes in Regression Analysis Intervals

수(3단 성토 이후 분석에 사용된 데이터 개수)이다. 식 (4)에서 알 수 있듯이 계측침하량과 예측침하량에 대한 오차 제곱의 평균에 대한 제곱근이다. 따라서 RMSE값이 작을수록 예측값이 실제 계측값과 더 가깝고 데이터의 적합도가 높다는 것을 나타낸다.

회귀분석 결과, Fig. 6에서 보는 바와 같이 회귀분석 구간 변화에 따라 산정된  $\alpha$ ,  $\beta$ 값은 변화하며 이에 따라 최종침하량도 영향을 미친다. 회귀분석시 초반 곡선 구간의 데이터 제외량을 점차적으로 크게 변경하더라도 계측 침하량과 예측 침하량의 상관관계는 없는 것으로 분석되었다. 또한 최종 침하량도 경향성이 없는 것으로 확인되었다.

### 3.1.2 “SOLVER” 기능을 이용한 침하량 산정 방법

식 (2)에서 미지수는  $\alpha$ ,  $\beta$ 이며 이 미지수를 풀이 하기 하기 위해 기존의 축변환 이후 선형회귀분석을 이용하지 않고 EXCEL 프로그램의 “SOLVER”기능을 이용하여 현장계측결과와 가장 유사한 예측곡선을 산출하기 위하여 RMSE를 최소로 하는 값을 자동으로 찾도록 수식을 적용하였다.

이와 같은 방법을 적용하면, 위에서 설명한 미지수를 효과적으로 해결할 수 있으며, 기존 방법에 비해 축 변환 이후 회귀분석 과정을 생략할 수 있어 계측 곡선과 예측 곡선을 육안으로 확인하는 반복적인 작업을 피할 수 있다. 또한, Fig. 7은 RMSE 값이

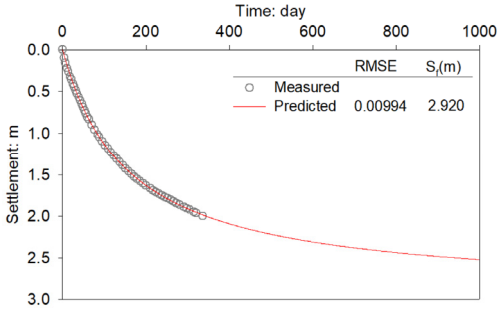


Fig. 7. Curve Fitting Using the 'SOLVER' Function

0.00994로 산정되어 기존 방법에 비해 더 낮은 값을 기록하였으며, 분석자 및 분석 시점에 따른 분석값의 변화가 거의 없어, 신뢰성, 정확성, 객관성 모두를 확보할 수 있다고 판단된다.

### 3.2 기존 침하량 산정방법 및 “SOLVER”기능을 이용한 침하량 분석결과 비교

#### 3.2.1 침하량 분석 대상

본 연구에서는 연약지반 침하분석 시 기존 쌍곡선 법과 분석자의 주관적인 영향을 배제한 침하 분석 방법을 비교, 분석하기 위하여 부산광역시 낙동강 인근 연약지반 현장(5개소)의 지표 침하판 계측 결과를 이용하였다. 분석 결과의 신뢰성을 확보하기 위하여 다양한 성토 높이, 계측 시간, 침하이력을 고려하여 분석 대상을 선정하였으며, 상세한 사항은

Table 2. Embankment and Settlement History Used in Settlement Analysis

Pt.	Final Embank. Height (m)	Total Monitoring Period (day)	Final Embank. Time (day)	Sett. At Final Embank. (m)	Total Sett. (m)
S-1	10.489	591	255	3.288	5.289
S-2	8.816	603	253	2.795	4.227
S-3	10.297	1010	642	2.605	3.908
S-4	10.338	615	254	2.659	4.160
S-5	7.287	798	434	1.999	3.197

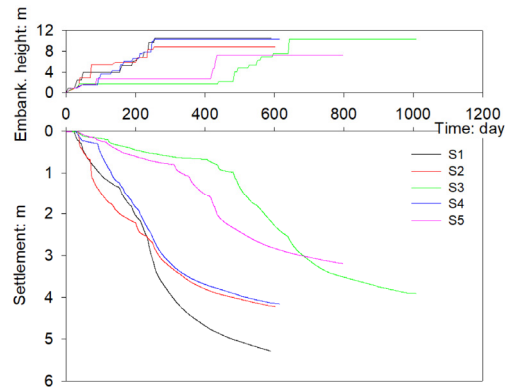


Fig. 8. Embankment and Settlement History Used in Settlement Analysis

Table 2 및 Fig. 8에 나타내었다.

침하량 분석에 사용된 계측데이터는 5개소(S-1~S-5)이며, 계측 기간은 591~1010일, 성토 높이는 7.287~10.489m로 확인되었으며, 최종 성토 완료 후 방치 기간은 336~368일로 충분한 해석 데이터를 적용할 수 있어 계측 결과 분석의 신뢰성도 확보하였다.

#### 3.2.2 분석 결과

서로 다른 구간(S-1~S-5)에서 설치된 계측자료를 이용하여 최종 성토 완료 이후 기존 침하량 산정 방법과 “SOLVER” 기능을 이용한 침하량 분석 결과를 Fig. 9에서 Fig. 13에 나타내었으며, 각각의 방법으로 분석한 예측 침하량은 계측 완료 시점까지는 일치성이 좋은 것을 확인할 수 있다. 그러나 계측 완료 시점 이후부터 침하량 예측 방법에 따라 최종 침하량이 상이하며, 시간이 증가함에 따라 그 차이가 점점 더 커지는 것을 알 수 있다. 계측 데이터와 예측 데이터의 일치성을 육안으로 판단하기 어려워, 앞서 설명한 RMSE를 산정하여 그림에 추가하였고, 최종 침하량도 함께 추가하였다.

Fig. 14에서는 각각의 방법으로 산정한 최종 침하량을 SOLVER 기능을 이용하여 예측한 최종 침하량



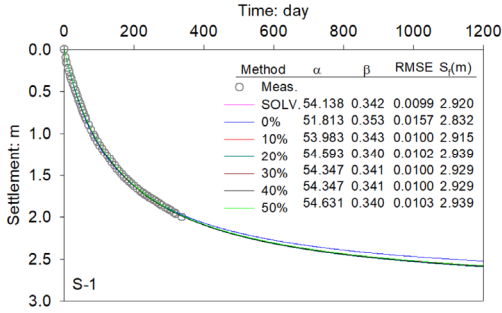


Fig. 9. S-1 Point Settlement Analysis Results

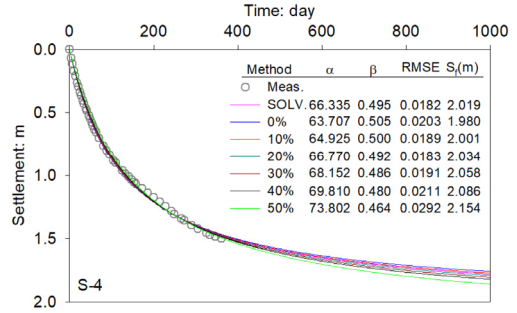


Fig. 12. S-4 Point Settlement Analysis Results

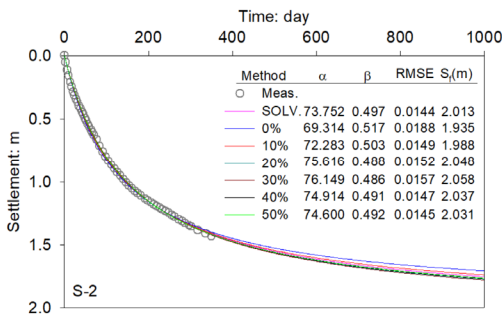


Fig. 10. S-2 Point Settlement Analysis Results

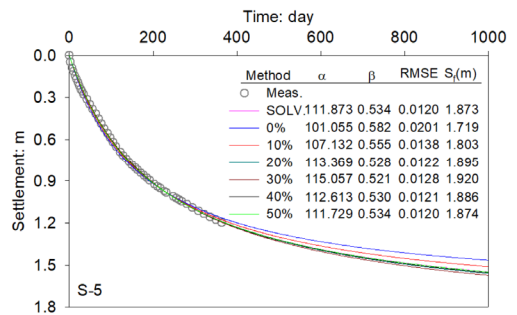


Fig. 13. S-5 Point Settlement Analysis Results

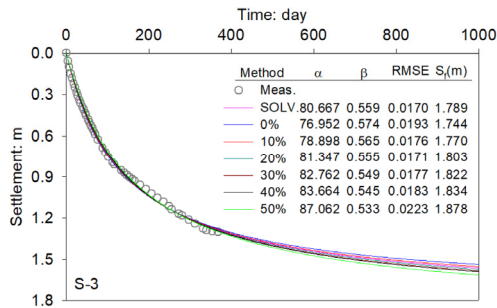


Fig. 11. S-3 Point Settlement Analysis Results

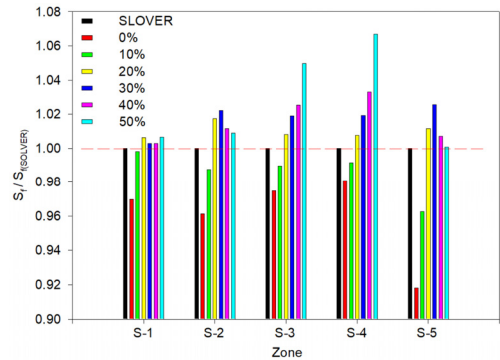
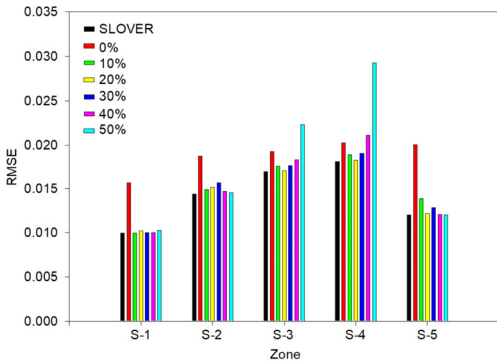


Fig. 14. Final Settlement Variation Based on Regression Analysis Intervals and Methods

과 비교하여 최종 침하량을 평가하였다. 그 결과, 분석 방법에 따라 침하량 비율이 0.91~1.07로 나타났다. 또한, 기존의 회귀분석 시 전체 데이터를 모두 사용한 분석 방법과 회귀분석 시 초기 비선형 구간의 50%를 배제하여 산정한 침하량 비율이 가장 큰 분산도를 나타내었다. 또한, 축변환 이후 선형 회귀분석 시 어떤 비선형 구간 데이터를 제거할 것인가에

대한 문제는 최종 침하량 크기와 상관관계가 없는 것으로 확인되었다. 따라서, 이러한 결과를 고려할 때, 기존 방법은 객관적이고 신뢰성 있는 침하량 분석 방법에 한계가 있다고 판단된다.

Fig. 15은 각각의 방법으로 산정된 예측 곡선과 계



**Fig. 15.** RMSE Variation Based on Regression Analysis Intervals and Methods

측 곡선의 일치성을 확인하기 위해 사용된 RMSE 결과를 보여준다. 전체적으로 분석자의 주관적 영향을 배제한 방법이 가장 낮은 RMSE 값을 나타내며, 최종 침하량 분석 결과와 유사하게 회귀분석 구간을 적용한 방법과 초기 비선형 구간 50%를 제거한 분석 방법이 각 구간에서 가장 큰 RMSE 값을 나타내었다. 이처럼, 침하량 계측값과 예측값의 오차를 나타내는 RMSE는 기존 방식을 적용할 경우 축 변환 이후 선형 회귀분석을 어떻게 선정하느냐에 따라 RMSE 값이 달라지나, SOLVER 기능을 이용한 결과보다 낮게 평가되지 않았다. 즉, 계측 데이터가 실제 쌍곡선 형태와 잘 맞지 않으며, 축 변환 이후 선형 회귀분석 시 발생하는 비선형 구간의 영향 때문인 것으로 판단된다. 반대로, SOLVER 기능을 이용한 방법은 기존 방법과 비교하여 축 변환 후 선형 구간 회귀분석을 생략하고, 전체 계측 데이터를 모두 고려하여 RMSE를 최소화하도록 자동 계산되므로, RMSE가 더 낮게 산출되는 것으로 판단된다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 연약지반에서 기존의 침하량 추세 분석 방법과 EXCEL 프로그램의 “SOLVER” 기능을 이용한 침하량 분석 방법을 비교, 분석하였다. 기존

의 침하량 분석 방법을 적용할 때, 다양한 회귀 분석 구간을 적용하여 분석하였으며, 최종적으로 계측 데이터와 예측 데이터의 정확성을 판단 기준으로 RMSE를 이용하여 평가하였다. 해석 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

기존 방법으로 분석한 곡선은 선형 회귀분석을 통해 미지수를 풀어 예측 침하 곡선을 추정할 수 있다. 그러나 계측 데이터와 예측 데이터를 잘 일치시키기 위해서는 회귀분석 구간을 주관적으로 선정해야 하기 때문에, 동일한 계측 데이터를 적용하더라도 분석자마다 다른 결과를 얻을 수 있으며, 이는 최종 침하량 산정에 차이를 발생시킨다. 따라서 기존 방법은 신뢰성과 객관성이 결여 된다고 판단된다.

기존 해석 방법과 “SOLVER” 기능을 이용한 침하량 해석 결과, 모든 구간에서 “SOLVER” 기능을 이용한 침하량 예측 곡선에서 RMSE 값이 낮게 평가되었다. 따라서 “SOLVER” 기능을 이용한 침하량 곡선이 기존 방식에 비해 계측 데이터와 잘 일치하는 것으로 판단된다.

기존 방법으로 침하량을 분석할 때, 예측된 침하량 곡선과 실제 계측값의 근사도를 높이기 위해서는 축 변환 후 선형성이 떨어지는 일부 데이터를 제외해야 하며, 이를 위해 반복적인 시행착오법(trial and error method)을 적용해야 한다. 이와 같은 과정은 시간이 많이 소요되므로, Excel의 SOLVER 기능을 활용하여 침하량을 분석할 경우 시간을 단축시킬 수 있어 현장 적용성이 더욱 효율적인 것으로 판단된다.

본 연구는 부산광역시 낙동강 인근 지역의 현장에서 얻은 계측 데이터를 이용한 것으로, 추가적으로 다양한 현장 데이터 및 다른 침하량 해석 방법을 적용하여 동일한 분석을 실시한다면 해석 기법의 객관성과 신뢰도를 높일 수 있을 것이라 사료된다.



## 참고문헌

1. 윤명석·안동욱·박재만·김수삼(2011), “개별진공압 공법이 적용된 지반의 최적 단계진공압 산정 및 침하 예측”, 『LHI Journal』, 2(2): 151~170
2. 정성교·최호광(1998), “압밀해석을 위한  $\sqrt{s}$ -예측 기법”, 『한국지반공학학회논문집』, 14(2): 41~53.
3. 추윤식·김준현·황세환·정충기(2010), “쌍곡선법을 이용한 계측 기반 연약지반 침하 거동 예측의 최적화 방안”, 『한국지반공학학회논문집』, 26(7): 147~159.
4. 홍성호·곽태영·우상인·김성렬(2024), “연약지반 침하예측을 위한 답러닝 및 계측기반 기법의 예측 정확도 비교”, 『한국지반공학학회논문집』, 40(6): 67~78.
5. Asaoka, A. (1978), “Observational Precedure of Settlement Prediction”, *Soils and Foundations*, 18(4): 87~101.
6. Monden, H. (1963), “A New Time-Fitting Method for the Settlement Analysis of Foundation on Soft Clays”, *Memoir Faculty of Engrg. Hiroshima Univ.*, 2-1(21): 21~29.
7. Tan, S. A. (1994), “Hyperbolic Method for Settlement in Clays with Vertical Drains”, *Canadian Geotechnical Journal*, 31: 125~131.

## 요약

도로 및 단지 조성 등을 위한 연약지반 개량 공법 중 선행 재하 공법은 시공 조건에 따라 침하 거동을 예측하는 것이 매우 중요하다. 그러나 지반의 불확실성으로 인해 실제 지반의 토질 정수나 지층 조건을 정확히 평가하는 데 어려움이 있으며, 대부분의 현장에서 침하량 계측 데이터를 활용하여 침하량 추세 분석 방법을 사용하고 있다. 이 방법 중 쌍곡선법을 포함한 여러 가지 방법은 동일한 현장에 대해 같은 침하량 예측 이론을 적용하더라도 분석자가 축 변환된 데이터의 회귀 분석 구간을 어떻게 설정하느냐에 따라 침하량 예측 결과가 달라지며, 이를 육안으로 평가하는 데 어려움이 있어 객관적인 결과를 산정하기 힘든 한계가 있다. 따라서 본 연구는 설계자의 주관적 영향을 배제한 침하량 예측 방법을 제시하였다. EXCEL 프로그램의 “SOLVER” 기능을 이용하여 예측 침하량과 최종 침하량을 산정하는 방법을 비교 분석한 결과, 기존 방법은 회귀 분석 구간 설정에 따라 예측 결과가 달라지며, 분석자의 주관적 영향을 받는 반면, 본 연구에서 제시한 방법은 기존 방법보다 더 신뢰성 있고 정확하게 침하량을 예측할 수 있었으며, 분석 시간을 단축시킬 수 있었다. 본 연구는 연약지반 침하량 분석에서 객관성과 신뢰성을 높일 수 있는 방법을 제시하고 있으며, 향후 다양한 현장 데이터와 해석 방법을 추가하여 침하량 분석 기법의 정확도를 더욱 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

**주제어:** 쌍곡선법, 연약지반, 장기 침하, 회귀분석, 침하량 예측