新しい信頼性設計スキームに基づいた延長 600m の掘り込み高速道路山留めの設計

岐阜大学	学生会員	○清水	弦
岐阜大学	正会員	大竹	雄
岐阜大学	正会員	本城	勇介

1.はじめに

現在,国内外の主要な設計コードが信頼性設計法(レベル1,部分係数法)に書き換えられている.今後,信 頼性設計法が設計実務へと普及していく中,より直接的な信頼性設計(レベル3,確率分布に基づく方法)を実 務者自身が実施することが求められてくると考える.本研究では,地盤構造物の新しい信頼性設計スキームを 提案するとともに,掘割構造(半地下道路)建設のための仮設時の山留め工の設計(現存する構造物とその地盤観 測データ)を通して,その有効性と具体的な手順,方法を詳述することを最終の目的としている.

2.対象とする地盤と地盤構造物の概要

対象地盤の地層構成の縦断図と横断図を図1に示す.これは,砂質土が主体であるが,シルト分を多く含む 砂質シルトとの互層となっており,対象区間内で地層は複雑に変化する傾向がある.地盤調査は,標準貫入試 験が縦断方向に 30~140m 間隔で計 8 ヶ所で実施された.研究対象は,この区間に半地下道路を建設するた めの地盤掘削・仮締切り工である.縦断方向の総延長は 630m で,地下に高さ 13m×幅 23m の大規模な空間 (道路部)を確保する観点から,施工時に,SMW の山留め壁を用いた大規模な締切り工事が行われた.山留 めの長さは 14~20m,掘削深度は 11~13m 程度である(図2).

3.研究内容

(1)不確実性分析

地盤構造物の信頼性設計で考慮すべき不確実性を, a) 計測誤差, b) 空間的ばらつき, c) 統計的推定誤差 (地盤パラメータ推定における, データの数や位置関係に関わる誤差), d) 変換誤差 (N 値⇒設計用地盤パラ メータの変換にかかわる誤差), e) 設計モデル誤差 (設計式自体に含まれる誤差) の5つに分類して考える. ここで,本設計においては,限られた地盤調査データを用いてパラメータを推定するための不確実性 b), c) および e) 設計モデル誤差の定量化が重点課題となる.

(2) 信頼性評価

上記の全ての不確実性を確率分布でモデル化し, M.C.S(モンテ・カルロ・シミュレーション)により信頼性 を評価する.得られた結果と現在の設計結果(安全率)との比較や,個別に定量化した不確実性要因の寄与度分 析から,本設計スキームの有効性を検証して,また現状の設計の課題などを整理する.

4.不確実性の定量化

各不確実性を個別に定量化するが,まず重点課題の一つである設計モデル誤差の定量化に着手した.ここで, 設計モデル誤差とは,山留め工の設計法(弾塑性法)の精度である.山留め工の設計精度に関する検討として は,施工現場の実測データと設計と比較よりその誤差を議論する検討事例が多い.しかし,これは上記の a) ~e)の全ての要因を含むものである.ここでは,設計モデル誤差のみ分離し定量化することを目的として,以 下の条件を満たす既往の山留め工の模型実験を多数収集し,その再現設計を行うことで定量化を試みる. 1)地盤が均質であること.(計測誤差・空間的ばらつき誤差なし)

2)物性値が既知であること.(統計的推定誤差・変換誤差なし)

3)変位量と曲げモーメントが計測されている.

以上の条件を満たす様々な支保形式(自立,切梁,アンカー)の既存の模型実験を 84 ケース(6 つの文献)収集した(表1).現時点は,その中の,i)アルミ棒・自立",ii)砂質土・自立"についての再現解析を行ったところである.i)では掘削と盛土において根入れ長が異なる3パターンを,矢板の剛性の異なる2パターン,計6パターン解析を行った.ii)では,矢板の長さは300cm,掘削深度25cmを掘削単位として最終掘削深さ150cmまで解析し(計6パターン),慣用法(Changの式)との比較を行い,掘削深度に対する計算方法についての分析を実施した.



図1 対象地盤の地層構成の縦断図と横断図

図2 対象地盤構造物(掘削後)の縦断図と横断図

<u>5.結果と考察</u>

弾塑性法による計算結果と実験結果の比較の一例を図3・図4に示す.計算結果は,変位,曲げモーメント, ともに実験結果を良く再現していることがわかる.ただし,変形量が大きくなるにつれて,計算精度が大きくな る傾向がみられる.図5は最大変位量に着目して実験結果と計算結果を比較したものである.参考として,慣用 法(Chang の式)の結果も併設している.

6.今後の課題と展望

本研究では、山留め工の設計の信頼性設計法の開発のため、第一に設計モデル誤差の定量化に着手した、今後は以下の課題に取り組む予定である.

(1)計算手法の適用範囲の明確化とそれに基づく定量化

図5にあるように,弾塑性法の誤差は,変形量や,掘削深度などに関連していると考えられる.計算手法の適 用範囲を明確にした上で設計モデル誤差を定量化する.

(2)b) 空間的ばらつき, c) 統計的推定誤差の定量化

b) 空間的ばらつき, c) 統計的推定誤差の定量化の検討は,位置関係の問題を重点的に取り組む. 当該現場 の場合, 延長 630m のうち直接的に地盤パラメータが得られているのは 8 ヶ所のみであり, その他の区間に ついては直接的な地盤情報はなく, 地盤調査実施地点から離れることによる不確実性の変化を定量的にとらえ て設計に反映させることを考える. この点が線状構造物を取り扱う上での大きな課題のひとつである.



図5 弾塑性法と慣用法の比較(砂質土・自立) 参考文献

1)中井ら;自立式鋼矢板擁壁 設計マニュアル,財団法人 先端建設技術センター,平成 19 年 12 月,pp110~121 2)高橋ら;自立矢板壁の挙動,港湾技研資料,No320,1979 年 6 月,pp18~27