

## はじめに

土質試験など各種の試験結果には、たとえ正確に測定されたものであっても、誤差やばらつきが必ず含まれている。これら測定結果の精度は、従来「誤差」、「偏差」、「ばらつき」などと呼ばれていた。わが国では、2004年に改定されたJISに基づく「試験所」の認定要件において、測定値の精度を、国際的な統一用語である「不確かさ」として表記することとしている。

協同組合関西地盤環境研究センターが、2007年に基本的な土質試験（土粒子密度・含水比・粒度・湿潤密度・一軸圧縮の各試験）と六価クロム溶出試験において「試験所の認定」を受けるに当たり、試験結果の精度について改めて勉強し直した。2007年には独立行政法人産業技術総合研究所に設置された「不確かさクラブ」に参加し、事例研究を通じて「測定値の不確かさ」について学習・研究した。さらに、2009年からは社団法人地盤工学会に「地盤材料試験結果の精度分析と表記方法についての研究委員会」が設置され、その委員長として研究活動を行っている。

この度、センターニュースに「試験結果の不確かさ」について分かり易く解説をするシリーズを設けるので、上記の学習・研究成果を執筆するよう依頼された。不確かさという用語を聞いたことのない人に、しかも統計学あるいは高度な数学知識のない方にも理解して頂けるようにとのことである。

取敢えず、このシリーズを「不確かさのすすめ」と名付け始めることにする。

## 第1話 「不確かさ」の意味と経緯

### 1.1 測定値の信頼性に関する用語

「不確かさ」が考え出された経緯を勉強する前に、測定の信頼性に関わる基本的な言葉について知っておこう。

実験、試験、分析などでは、機器を用いて様々なものを測定する。「測定」の動作である「はかる」の漢字はいくつかある。長さでは「測る」、体積や容積では「量る」を用い、時間は「計る」と書き、それぞれに使い分けている。英語でも、棒の長さは“measure”、土地を測るのは“survey”、水深は“sound”である。さらに、体重は“weigh”であり、時間には“time”という動詞を使うこともある。このように、単に「はかる」という簡単な言葉を取り上げていもいくつかの表現があるように、測定結果の正確さ・信頼性を表すにはかなり多くの用語が使われている。「誤差」、「偏差」、「かたより」、「ばらつき」などである。これらの英語には、“error”、“deviation”、“bias”、“dispersion”が使われることが多い。

JISには測定結果の信頼性に関係する規格がいくつかあるが、「JIS Z 8103 :2000（計測用語）」では図-1の付属書が付けられ、基本的な用語が次のように説明されている。

真の値（true value）：ある特定の量の定義と合致する値（特別な場合を除き、概念的な値で、実際には求められない）

測定値 (measured value): 測定によって求めた値  
 母平均 (population mean): 測定値の母集団についての平均  
 試料平均 (sample mean): 測定値の試料についての平均  
 誤差 (error): 測定値から真の値を引いた値 (誤差の真の値に対する比を相対誤差という)  
 偏差 (deviation): 測定値から母平均を引いた値  
 残差 (residual): 測定値から試料平均を引いた値  
 かたより (bias): 測定値の母平均から真の値を引いた値  
 ばらつき (dispersion): 測定値の大きさがそろっていないこと、また、ふぞろいの程度 (ばらつきの大きさを表すには、例えば標準偏差を用いる)

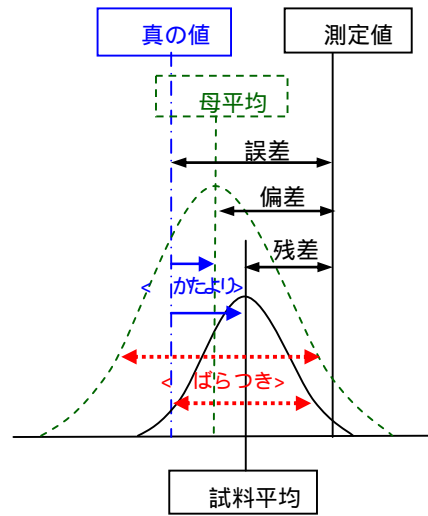


図-1 JIS Z 8103 に基づく測定の信頼性の表示 (一部加筆)

図-1 に示されている「誤差」「偏差」「残差」は、個々の測定値の信頼性 (あいまいさ) を表す用語である。すなわち、測定対象物 (これを母集団とする) から取り出された標本 (試料) の測定値と真の値・母平均 (母集団の平均)・試料平均 (標本の平均) との差を意味している。

一方、「かたより」は、個々の標本 (試料) の集合体としての測定対象物の信頼性を示しており、その平均値 (図-1 では「母平均」または「試料平均」) と真の値との差である。これは、測定装置の特性、測定者のくせや試料採取のかたより等の「系統誤差」といわれるものに起因している。かたよりは、測定器の校正や何名かの測定者による繰り返し測定による検証により補正することができる。JIS では、かたより・系統誤差の小さい程度を「正確さ」あるいは「真度」と表現している。

測定対象物の信頼性を示すもう一つの用語が「ばらつき」であり、繰り返し測定により生じる「偶然誤差」からもたらされる。これは、同一とみなせる状況での、同一とみなせる試料について実施される測定において、同一の測定結果が得られないことである。測定結果をばらつかせる要因には、測定者・測定装置・測定環境・個々の測定間の経過時間などがある。JIS では、ばらつき・偶然誤差の小さい程度を「精度」「精密度」あるいは「精密さ」と表現している。

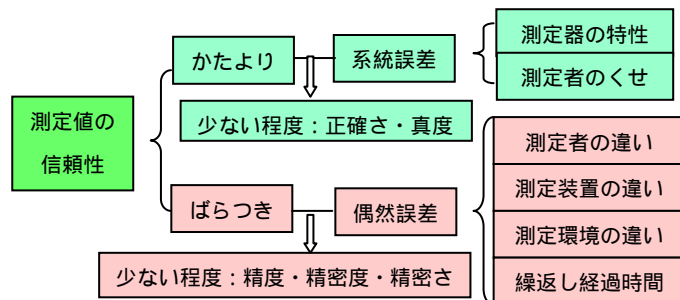


図-2 測定値の信頼性の表記

以上の関係を示したものが図-2 である。このように、測定値の信頼性を表記する際に良く似た意味を別の用語で表現しているのが、注意する必要がある。これらの信頼性の表現を統一するために導入されたのが「不確かさ」であり、次節ではその導入に至った経緯と具体的な意味について説明する。