

地下水調査に用いる井戸理論式の整理及び解説 (2017 年度版)

Theory of Well Test Analysis –Theoretical Solutions for Groundwater Survey-

公益社団法人 地盤工学会 地盤調査規格・基準委員会
WG 3 (地下水調査)

はじめに

地下水調査法、特に帯水層など地盤の浸透特性を求める試験法では、少なからずの理論式が利用されている。これらの理論式は、学会の調査法基準の中で説明されると、単なる理論式からいつの間にか“公式”と呼ばれるようになり、文句のつけようのない崇高な理屈となり、改めてその誘導を確認することもなく、後世の技術者は転記ミスがないことのみ確認し、その内容にはひたすら崇拝者となってしまうがちである。しかしながら、公式を和英辞典で探すと、formula が第一義で掲載され、さらに formula を英和辞典で探すと数学用語では“式、公式”の順で掲載されている。つまり、基準で使われている理論式は式であり、かならずその説明が出来るものであり、単に”公(に知られた)式“として扱うべきものである。公式だからその誘導は神のみぞ知る、ものではないのである。

また、試験や調査の手順と解析や整理の方法は“対”であるべきであり、その妥当性の基盤となるものが理論式や初期境界条件、誘導過程でみられる近似のための条件である。このような数学的な取扱いは、それぞれの理論モデルが開発された時代背景にも依存している。つまり、現在活用されている理論式の多くが、1900 年代前半から中ごろまでのものであり、その後の電子計算機の汎用化および高精度化によって、理論式の扱いも見直す価値も認められる¹⁾。これは、開発当時の解の誤りの有無を述べているのではなく、電子計算機の高精度化等により利便性の高い使い方が提案でき、これによって試験や調査の手順の改善や精度向上が期待できるというものである。

以上の観点から、本解説は我々が試験や調査で活用する理論式の誘導の実態を取りまとめ、その背景条件をも正しく理解し、新たな井戸モデルの開発に貢献できる資料を作成することを目的とした。

特に、式の誘導展開は往々にして冗長になりがちとなることから、個々のテーマに則した条件設定や誘導、さらには基礎技術を関連付ける本文からこれら個々の内容を参照できる構成とした。

なお、地盤工学会「地盤調査法の方法と解説：第7編 地下水調査」の解説では、現在、学会基準として制定されている理論式の誘導過程が一部で記述されているが、条件設定などの記載が必ずしも十分ではない。そのため、本来は理論式に不適合な試験条件であっても、式に当てはめるだけで結果を算出している事例が散見される。したがって、本解説では、理論式に関する原著論文と利用する最終形の式の間を埋めることを目的とするとともに、今後改訂される「地盤調査法の方法と解説」での理論式の誘導過程は本解説を参照する形としたい。

ところで、理論解の解法にはいくつもの方法がある。例えば、Theis の非定常井戸(指数積分関数)式は、この取りまとめでも、Boltzman 変換、Laplace 変換、点源式の重ね合わせなど複数の解法を紹介した。我々編集担当が見落としている解法もあるだろう。このように、複数の解法を見直すことは、誘導の誤りを是正できることにもつながり、極めて有益と考える。編者らは唯一のものを提供するつもりではなく、誤りでないものは提供していく所存である。また、大量の誘導をまとめたことから、見直しの必要な箇所があることも否定できない。このため、読者各位におかれても、新たな誘導をご存知であればご教授いただき、広く喧伝させていただきたい。勿論、我々の記載の誤りについてもご指摘いただければ、地下水調査 WG で検討し、できる限り資料改訂や追加として反映していくつもりである。

【参考文献】

- 1) 進士喜英, 西垣誠, 竹内真司: 揚水試験結果の解析手法の変遷と最近の技術, 土と基礎(地盤工学会誌), Vol. 54, No. 5, pp. 6-9, 2006.