III-83　フラクチャリングドレネジパイル工法の有効性に関する研究

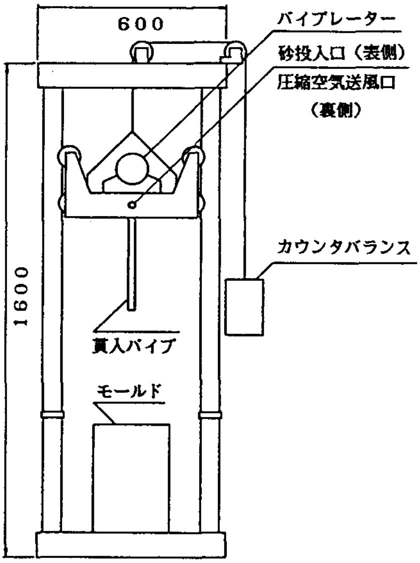
京都大学工学部　正員　嘉門雅史
鹿島建設　正員　○北本幸義

1　はじめに

押し分け型サンドドレーン工法は、打設時に周辺地盤がかく乱され、いわゆるスミア域の発生により圧密が阻害されるという問題を避けえない。そこで、水圧破砕を応用してこのスミア域を切断するとともに、集水能力を増大させようとするフラクチャリングドレネジパイル（ＦＤＰ）工法の開発を行った[1]が、ここでは、その圧密促進効果に及ぼす有効性を室内模型実験によって検討した結果を報告する。

2　室内実験の概要

モデル地盤用としてカオリン粘土を用いた。まずこれを液性限界の約２倍の含水比で練り返した後、直径20cm，高さ30cmのモールド中で0.7kgf/cm²の圧密圧力で予圧密を行い、そこへ図－１に示すＦＤＰ打設装置を用いて、マンドレル（外径16mm，内径13mmで下部に四つの鉛直スロットを有している）を振動貫入させ、飽和した標準砂を充填してから、圧縮空気によってＦＤＰを打設した。



図－１

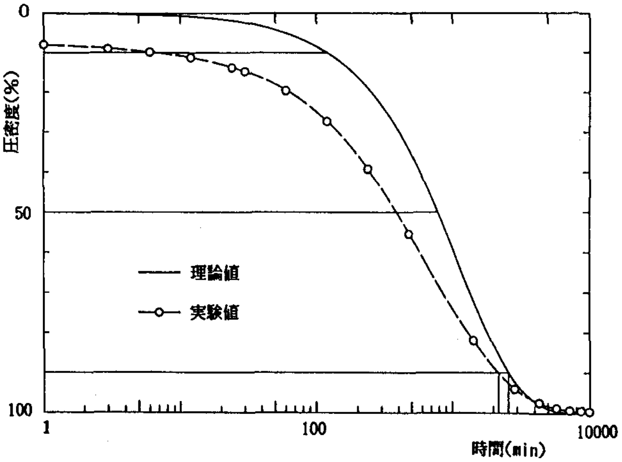
また、同様なモデル地盤に在来のサンドドレーン（ＳＤ）を打設し、それぞれについて0.7kgf/cm²の圧密圧力で安定させた後、1.4kgf/cm²に載荷したときの圧密状況の比較を行った。表－１に各実験条件を示す。ＳＤのｎ値はモールド半径と貫入パイプ半径の比から12.5となるが、ＦＤＰに関しては打設に要した全砂量で深さ方向に一定の半径を有する砂柱をつくったと仮定してｎ値を求めている。

表－１

実験番号	ドレーン	投入砂量(cm³)	n値
I	ＦＤＰ	40	9.7
II	ＦＤＰ	55	8.3
III	ＳＤ	24	12.5

3　実験結果

圧密沈下曲線から双曲線法によって最終沈下量を推定し、そのときを圧密度100％とした場合の圧密度曲線の例（Ｉ）を図－２に示す。ここで、圧密度90％に要する時間t_{90}に注目して、これらの値を最終沈下量とともに表－２に示す。



図－２

ＦＤＰはＳＤよりも投入砂量が多いためその絶対量は小さくなっているが、Barronによる理論値との比較を行えば、II，IIIは理論値のほうが小さいのに対し、Ｉでは実験値のほうが小さくなっている。特に、IIIにおける実験値t_{90}はかなり理論値よりも大きくなっており、圧密係数の値を過大評価している恐れもある。しかし、Ｉでは明らかに理論値よりも小さくなっており、またここではドレーン

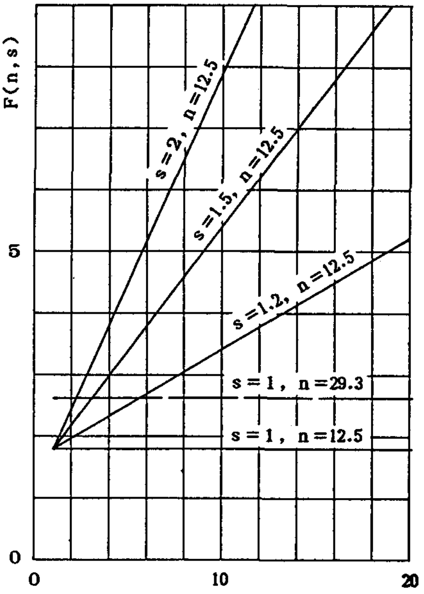
表－2

実験番号	理論値 t_{90}(min)	実験値 t_{90}(min)	最終沈下量(mm)
I	2610	2210	5.45
II	2360	2700	5.25
III	3030	4430	5.55

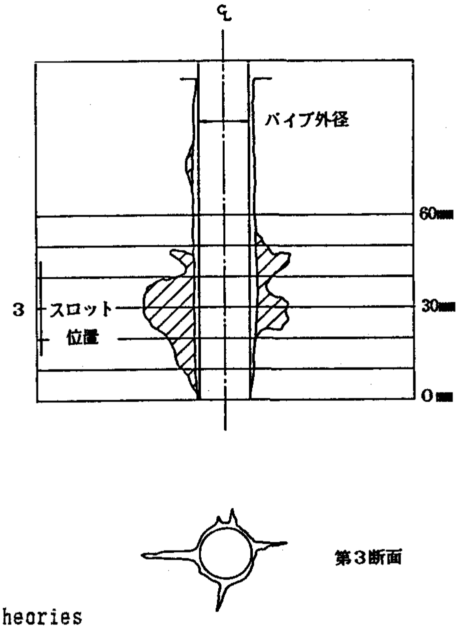
の絶対的な評価というよりはむしろ相対的な評価を行うものであるから、実験値と理論値との差異はすべてスミア域の影響、あるいはＦＤＰの効果とみなして考察を加える。

まず、IIIのｎ＝12.5のＳＤについて、実験値t_{90}を理論値t_{90}とするＳＤのｎ値を求めるとｎ＝29.3となる。次に、ｎ＝12.5のままで、実験値t_{90}に基づいてＳＤ打設前後の透水係数の比を求めると、２程度となって、Richart Jr[2]によって指摘された図－３（横軸のk_h/k_sは、ＳＤ打設前後の透水係数の比であり、縦軸のＦ(ｎ，ｓ)は、圧密の進行の速さに関する定数である。また、ｓはＳＤ打設時に生ずるドレーン周辺のスミア域の半径とドレーン半径の比を表す。）から次のように説明できる。すなわち、ＳＤの打設によって半径1.6cm（貫入パイプ半径の２倍）のスミア域が生じ、透水係数が1/2に低下して、ｎ＝12.5のＳＤがｎ＝29.3の効果しか有しないようになった。

ＩのＦＤＰにおいても、同様に実験値t_{90}を理論値t_{90}とするＳＤとしてｎ値を求めるとｎ＝7.5である。これについても、ｓ＝２のスミア域が生ずるものとすれば、ｎ値は、さらに小さくなってｎ＝5.4となる。このことは、打設時にはＳＤに比べて1.66倍の砂量を投入したＦＤＰが、圧密促進効果としてはＳＤの2.78倍の砂量を投入したに等しい効果を得たことを意味する。ＳＤがスミア域の影響によって、投入砂量の効果が低下することを考えると、Ｉにおける投入砂量の効果はさらに高くなる。実験後モデル地盤を解体してＦＤＰの形状を観察した結果を図－４に示す。IIについても、IIIに比べればかなりの圧密促進がみられるが、Ｉほどの効果は得られていない。そこで、ＦＤＰの形状に注目すると、Ｉでは四方向に破砕が生じているのに対し、IIでは二方向にしか生じておらず、また、かなり大きな膨張がみられていることから、新たな乱れが生じたとも考えられる。



図－3



図－4

4　おわりに

ＦＤＰ工法の設計方法には、打設形状の不確定性のために多くの問題点を残しているものの、Barronの理論解において、投入砂量以上の圧密促進効果を有することが室内模型実験で実証された。

参考文献：1）嘉門雅史，北本幸義：フラクチャリングドレネジパイル工法の開発に関する研究，第21回土質工学研究発表会講演集，1986．　2) Richart Jr.,F.E.：A Review of the Theories for Sand Drains, Proc.ASCE, Vol.83, No.SM3－1301, 1957.