

III-187

振動締固め工法（ディープ・バイプロ工法）の開発（第1報）

— 大 型 土 槽 実 験 —

(株) 間組技術研究所 正員 大野睦雄 中島 聡
日本海工 (株) 正員 鶴岡龍彦 豊澤良二
青山機工 (株) 山岸敏雄 末広修三

1. まえがき ディープ・バイプロ工法は西独で開発された大型バイプロフローテーション工法の1つである。我国のバイプロフローテーション工法は小型であり改良深度が浅いこと、および多量の水を使用しその排水処理に問題があることなどから、施工実績は近年では少なくなっている。しかしながら、バイプロフローテーション工法は、他の振動締固め工法に比較して低振動・低騒音であること、施工機械がコンパクトであることなどの長所を有しており、都市型の振動締固め工法として適していると思われた。そこで、起振力の大きなディープ・バイプロ工法に着目し水を使用しない工法の開発に取り組んだ。

本報は、大型土槽を用いて実施した実験結果をとりまとめたものである。

2. 実験の概要 バイプロフロットの性能を我国のものと比較して表-1に示す。

実験は2つの大型土槽を用いて実施したが、1つは川砂を用いて水中落下法により作成した砂地盤であり、他の1つは最大粒径200mmの礫質土を用いて同じく水中落下法により作成した礫質地盤である。用いた材料の粒度分布、物理的特性を図-1および表-1に示す。また、土槽の概要を図-2に示す。

砂地盤（ケース1）では、バイプロフロットの振動のみにより貫入・締固めを行った。一方、礫質地盤（ケース2）では水の処理はあまり問題にならないと考えられるため、貫入速度を上げることも兼ねてフロット先端から約5 Kgf/cm²のジェット水を噴出しながら施工した。また、今回の実験では、地盤全体の締まり具合（沈下量）を把握するため、中詰材を地表面から供給するのではなく、振動によって孔壁の地盤材料を自然落下させる施工法とした。打設は図-2に示すように2.0mの正三角形配置とした。

実験では、改良効果を把握するため、ケース1では標準貫入試験とR1密度検層を、また、ケース2では、標準貫入試験は困難なため、R1密度検層のみを改良前後で実施した。

3. 実験結果 （ケース1） 図-3、図-4に標準貫入試験結果、およびR1密度検層結果を示す。ケース1の実験より得られた結果をまとめると以下の通りである。①平均施工時間は15分30秒/本であり、そのうち貫入時間は1分30秒であった。②改良に伴う地盤の平均沈下量は44cmであり、これは層厚の63%にあたる。③R1密度検層結果によると、土層部（盛土部除く）平均の湿潤密度、乾燥密度は、改良前1.88, 1.39g/cm³であったものが改良後2.01, 1.60g/cm³と増加した。④改良前1～6であったN値は改良後10～18（土槽部平均16）に増加した。これらのことから、今回の砂地盤に対して、本工法は十分改良効果があった。また、今回は中詰材を地表面から投入しなかったこと、および土槽内の振動締固めであったため間隙水圧が周辺に消散せず締固め効果を減じていたと思われることを考えると、さらに大きな改良効果が期待できると思われる。

（ケース2） 図-5にR1密度検層結果を示す。ケース2の実験より得られた結果をまとめると以下の通りである。①平均施工時間は13分7秒/本であり、そのうち貫入時間は1分30秒であった。②改良に伴う平均沈下量は100cmで、これは礫層厚の8.3%にあたる。③R1密度検層結果によると、湿潤密度、乾燥密度は、2.07, 1.69g/cm³から2.16, 1.85g/cm³に増加した。④打設毎に、直径3m深さ1.4m程度のクレーターが形成された（写真-1参照）。これらのことから、今回の礫地盤に対して、本工法は十分適用可能であることがわかった。

4. あとがき 本土槽実験では、比較的きれいな砂を用いた均一な地盤を対象としたが、実際の地盤では砂地盤であっても、シルト分を含んだり、粘性土層を挟在すること多いと考えられるため、実際の地盤での試験も必要と考えた。そこで、現地実験を続けて実施した。

表-1 バイプロ・フロットの諸元

モータータイプ	バイプロ・フロテーション工法（国内）		ディープ・バイプロ工法
	15HP型	20HP型	150HP
電動機（kW）	11	15	118（パワーユニット）
振動機（rpm）	1420	1420	1500～max 3000
起振力（tonf）	2.5	3.4	約20
起振点振幅（mm）	4～5	4～5	14
全重量（tonf）	1.7	1.8	振動部・フィルター 1.3 tonf
有効長（m）	7	8	延長パイプ 0.22 tonf/m
ケーシング外径（mm）	φ319	φ267	実績 max 30
フィン外径（mm）	φ469	φ437	振動部 φ325
モーター取付位置	本体上部	同左	延長パイプ φ300
構造	一体式	同左	本体内蔵下部 継足式

表-2 物理的特性

		砂質土	礫質土
土粒子の比重		2.72	2.68
粒度特性	F. C.	2.04	2.30
	D ₅₀	0.42	20.0
	U _c	2.1	38.5
最大乾燥密度 ρ _{dmax} (g/cm ³)		1.602	2.199
最小乾燥密度 ρ _{dmin} (g/cm ³)		1.257	1.756

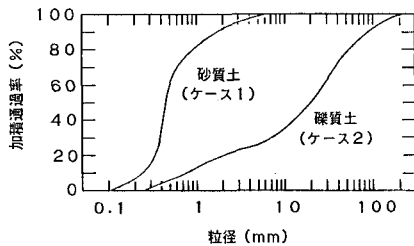
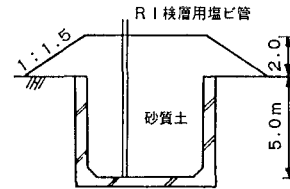
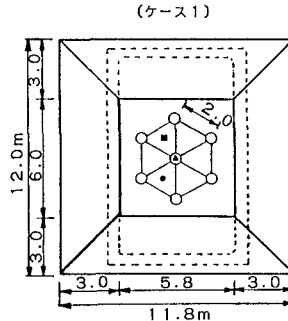


図-1 試料の粒度分布



■: R1 検層用塩ビ管 ▲: 改良前 SPT ●: 改良後 SPT

(ケース2)

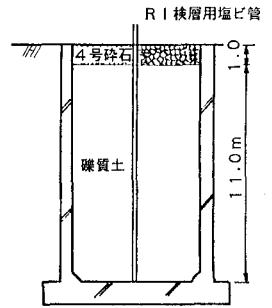
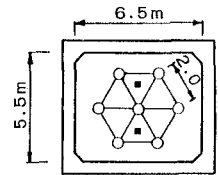


図-2 土槽概要

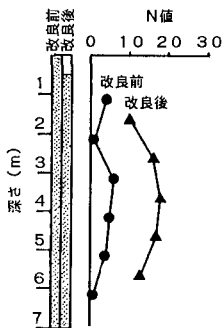


図-3 標準貫入試験結果
(ケース1)

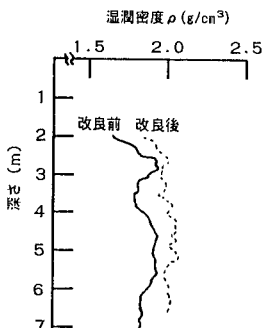


図-4 R1 密度検層結果
(ケース1)

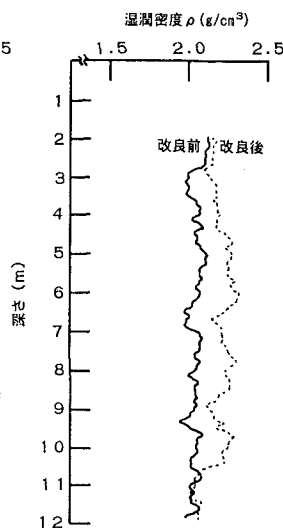


図-5 R1 密度検層結果 (ケース2)

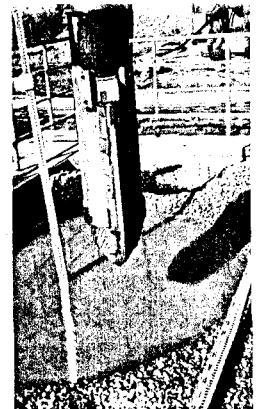


写真-1 打設終了状況