

第4章 施工事例

4.1 海外の施工事例

(1) 適用区分

イタリア国内での施工事例を中心に、GTM工法と同じ施工概念の高圧噴射攪拌工法について具体的な適用の事例をまとめた。表4.1は施工例の適用区分であり、多くの施工例の中から20例を選んで取りまとめた。

適用区分は、土砂トンネル、円形立坑、立坑掘削の底盤改良、支持地盤造成、止水壁造成、山留め壁体の造成工、地中掘削におけるアンダーピニング的地盤補強の7つに区分される。

①土砂トンネル

坑口や切羽の安定、天端沈下防止、トンネル脚部補強などトンネル掘削を安定した地山条件のもとで進める為に使用されている。

②円形立坑

小～中規模の立坑の場合には、山留め壁本体として使用される、この場合、従来法の山留め工と比較して、切梁工が大幅に低減される事になる。

③立坑掘削の底盤改良

わが国とほぼ同一の利用方法であるが、削孔深度が40mを越える大深度の施工事例も多い。

④支持地盤造成

支持地盤造成は、道路橋橋脚基礎などの大きな支持力地盤の形成、ポンプ場基礎・発電所など広面積を対象とした支持地盤の形成、排水路構築の為に基礎地盤の形成、杭基礎の支持力補強などである。大きな支持力地盤の形成は、他工法との経済性比較に関する優位性を示すと同時に、杭基礎の支持力補強は工法の簡便利用という面で優れている事を意味している。

⑤止水壁造成

地中連続壁本体欠損部分に対する代替壁体の造成は、造成固結体の連続性と強度・剛性の確保が十分である事を意味している。

⑥山留め壁体の造成

建物近接の小規模山留め壁本体の造成は、従来法の鋼矢板山留め方式では解決に難しさのある近接建物への影響を最小限度に抑制する事ができる。

⑦地中掘削に於けるアンダーピニング的地盤補強

これは、支持地盤造成の杭基礎の支持力補強の考えを地中掘削に利用したものである。

(2) 造成改良体

表 4.2 は、造成固結体諸元一覧である。主な特徴は、次のとおりである。

①造成改良体の直径は、地盤条件や適用目的・噴流体の噴射方式によって異なるが、 $\phi 500 \sim 2000\text{mm}$ である。

②造成改良体の一軸圧縮強度は、 $20 \sim 80\text{kgf/cm}^2$ である。

③造成深度は、最大で $G L - 69\text{m}$ である。

④抗土圧壁や杭基礎の支持力補強の場合には、補強鋼材として H 鋼やマイクロパイが使用される。

表 4. 1 海外施工例の適用区分

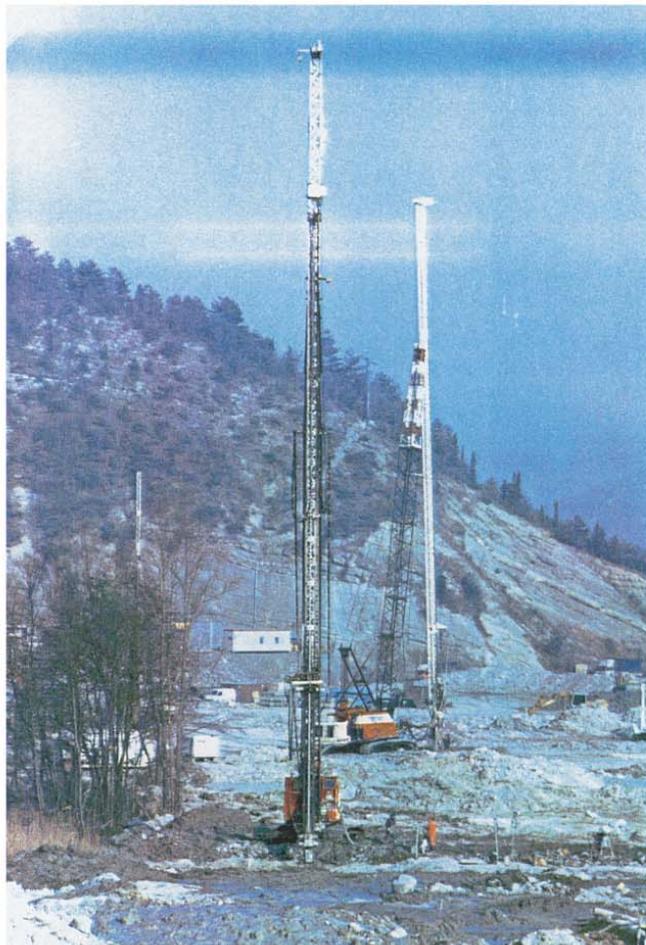
適用区分	内 容		事 例
土 砂 ト ン ネ ル	坑口の安定、切羽の安定、天端沈下防止、脚部補強		No.1、No.3
円 形 立 坑	軟弱地盤中に山岳トンネル方式の掘削を実施する為の地盤改良		No.19
	小 ~ 中 規 模 (山留め壁本体として使用)	; 道路橋脚基礎工事	No.5、No.10、No.11
		; 発電所建設	No.19
	大 規 模	本体山留め壁は地中連続壁、近接建物への防護工	No.20
立坑掘削の底盤の地盤改良			No.5、No.10、No.11 No.19、No.20
支 持 地 盤 造 成	道路橋脚基礎などの大きな支持力		No.5、No.10、No.11
	ポンプ場基礎、発電所など広面積を対象とした地盤改良工		No.2、No.7、No.13
	軟弱地盤への排水路構築の為の地盤改良工		No.9
	杭基礎の支持力補強		No.12、No.16、 No.17、No.18
止 水 壁 造 成	ダム of 透水性地盤（玉石混じり砂礫層）の止水化		No.4
	鋼矢板からの出水事故対策工		No.6
山留め壁体の造成工	地中連続壁本体欠損部分に対する代替壁体の造成		No.15
	建物近接小規模掘削山留め壁本体の造成		No.14
地中掘削に於けるアンダー ピニング的地盤補強			No.8

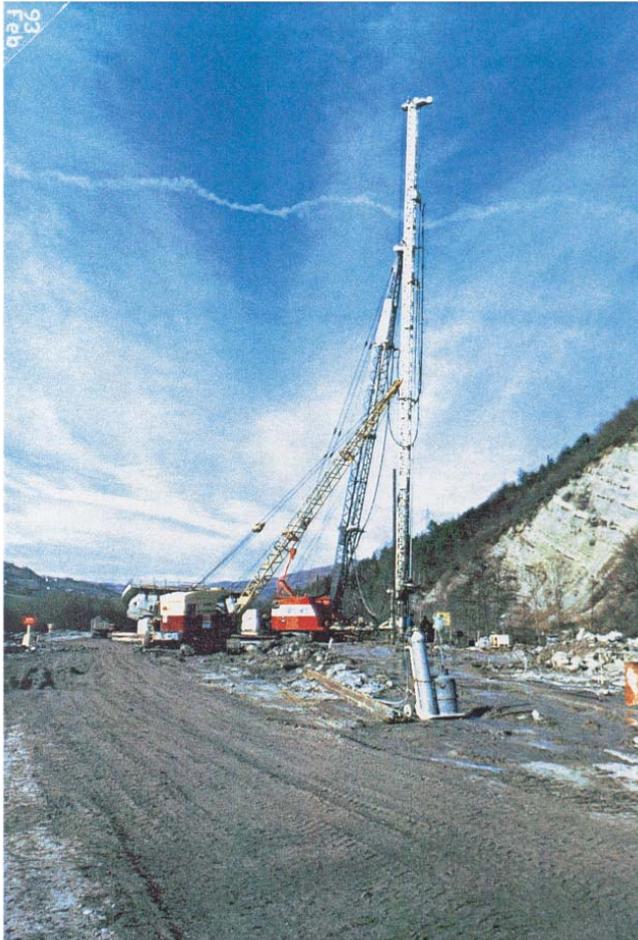
表 4. 2 造成改良体諸元一覧表

事例 No.	工 法	造 成 固 結 体 諸 元				地 盤 条 件	適 用 区 分
		φ (mm)	補強深さ	qu (kgf/cm ²)	補強鋼材		
1	MONO	900	GL-16m	50	H鋼	細砂	土砂トンネル
2	MONO TRIPLE	2000	—	—	—	N=9~30の砂と粘性土	支持地盤造成
3	MONO	600	GL-13m	—	H鋼	シルト質粘土	土砂トンネル
4	DOUBLE	1500	GL-47m	—	—	玉石混じり砂礫	止水壁造成
5	MONO	600	GL-12m	—	H鋼	軟弱地盤	円形立坑、底盤改良、 支持地盤造成
6	MONO	—	GL-13m	—	—	軟弱地盤	止水壁造成
7	MONO	600	GL-15m	40	—	シルト質砂、粘土	支持地盤造成
8	MONO	900	—	—	—	微細砂	地中掘削に於ける アンダーピニング的地盤改良
9	DOUBLE	1600	—	20~60	—	粘土混じり細砂 (N=3~4)、 粘土 (N=0~1)	支持地盤造成
10	MONO	800~ 1000	GL-40m	—	マイクロパイル (φ88.9mm)	緩い礫質堆積層	円形立坑、底盤改良
11	MONO	500~ 800	GL-45m	60~80	マイクロパイル	沖積砂礫	円形立坑、底盤改良、 支持地盤造成
12	MONO	—	—	—	マイクロパイル (φ50.3mm)	砂礫、砂と粘土の互層	杭基礎の支持力補強
13	MONO	—	GL-12m	—	—	粘土混じり細砂 (N=3~4)、 粘土 (N=0~1)	支持地盤造成
14	MONO	—	GL-7m	—	マイクロパイル	シルト、シルト混じり砂礫	建物近接小規模掘削 山留め壁体の造成
15	MONO	700	GL-15m	—	—	海成粘土、シルト質砂	山留め壁体の造成工
16	MONO	—	—	—	マイクロパイル (φ50.3mm)	細砂	杭基礎の支持力補強
17	MONO	—	9m 造成長	—	マイクロパイル (φ64.5mm)	砂および硬質粘土	杭基礎の支持力補強
18	MONO	600	—	—	マイクロパイル	砂 (N=5~38)	杭基礎の支持力補強
19	TRIPLE	1100~ 1700	GL-69m	—	—	粘土と砂	土砂トンネル、円形立坑、 底盤改良
20	DOUBLE	1400	GL-45m	—	—	砂・細砂	連続地中壁底盤改良、 地下鉄駅舎部

海外の施工事例－NO.4			
工 事 名	Ertan hydroelectric Dam	国 別	china
施 工 年 月	1993~1994		
工 事 概 要	水力発電ダム建設にあたり、上流・下流Cofferdam地盤での止水壁の造成		
工 法	DOUBLE FLUID		
地 盤 条 件	砂質・粘土質シルト、玉石混じり砂礫、軟岩		
施 工 諸 元	上流Cofferdam(ダム長=116m) $\phi 1,500\text{mm}$ の列、最大深さ=38m、最大付加水圧=30 tf/cm^2 下流Cofferdam(ダム長=97 m) $\phi 1,500\text{mm}$ の列、最大深さ=47m、最大付加水圧=40 tf/cm^2 総造成長=10,000 m		
備 考	試験施工造成体のボーリング調査によって、造成径および止水性を確認 造成体の透水係数 $k=10^{-7}\text{cm}/\text{sec}$ 前後		

海外の施工事例—NO.5			
工 事 名	SGC F 45 ORETE-RAVANNA (Quart Bridge)	国 別	Italy
施 工 年 月	1992~1994		
工 事 概 要	自動車道路橋の橋脚工事における掘削土留め壁(円形)の造成、及び、 橋脚基礎地盤の改良		
工 法	MONO FLUID		
地 盤 条 件	qu=0.1~0.15 kg /cm ² の軟弱地盤、砂質土		
施 工 諸 元	土留め壁：φ600mmの2例、内列はHEB140H鋼より補強 深さ12m 床付け掘削深さ=9m 地面はリング状コンクリート補強、一段切梁り 地盤改良：φ600mm、最大深度62m 掘削底盤安定と橋脚基礎の支持力 総造成長：96,000m		
備 考	圧縮強度=80 kgf /cm ² 確認		





海外の施工事例－NO.7

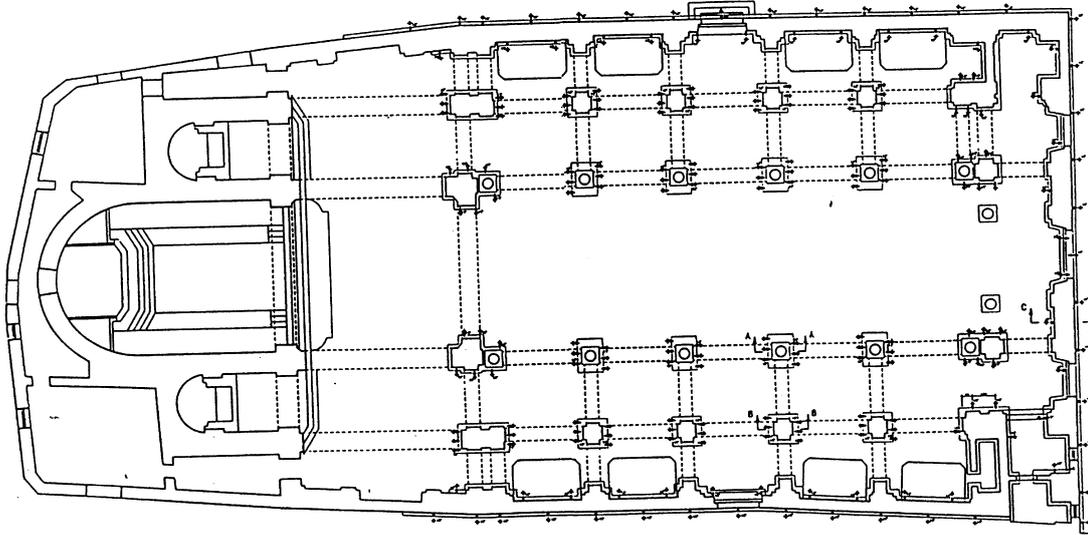
工 事 名	Sasso Pisano Geotermic Power Station	国 別	Italy
施 工 年 月	1993~1994		
工 事 概 要	Sasso Pisano 地熱発電所の建設工事における地盤改良		
工 法	MONO FLUID		
地 盤 条 件	シルト質砂、粘土		
施 工 諸 元	造 成 径 = ϕ 600mm 造 成 長 さ = ϕ 5.5~15m 最 小 強 度 = 40kgf/cm ² 造 成 本 数 = 2,000本 ; 造 成 総 長 = 17,000m 工 期 = 3ヶ月		
備 考			



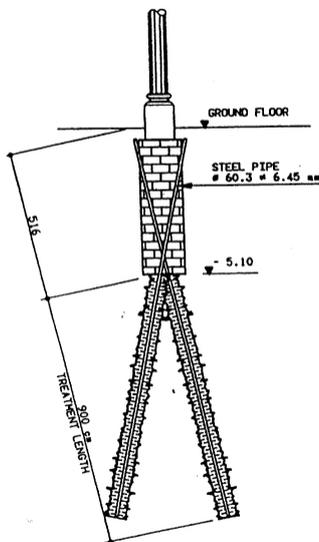
海外の施工事例－NO.17

工 事 名	S. Pietro Church(Trapani)	国 別	Italy
施 工 年 月	1985		
工 事 概 要	地盤沈下によってS.Pietro教会の上部構造及び基礎に破損が生じた。そのため、既存基礎下部にJet Groutによる支持杭の造成。		
工 法	MONO FLUID		
地 盤 条 件	緩い～中密な砂、硬質粘土		
施 工 諸 元	造成長=9m 鋼管φ64.5mm 挿入 斜め造成		
備 考	補修対策		

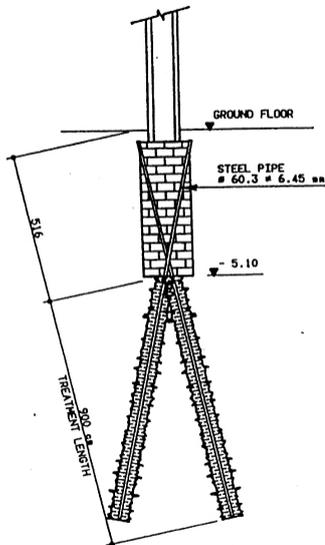
S.PIETRO CHURCH - TRAPANI - ITALY
PLAN



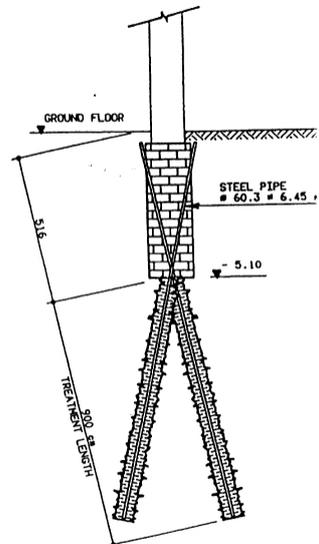
SECTION A-A



SECTION B-B



SECTION C-C



海外の施工事例－NO.20

工 事 名	ローマ地下鉄 Aライン延長工事 一駅舎部地盤改良工事一	国 別	Italy
施 工 年 月	1995		
工 事 概 要	ローマ地下鉄の駅舎新設工事に関する地盤改良工事。 連続地中壁を本体利用して駅舎部が建設されており、GL-40~-45mをDOUBLE FLUID方式で改良する工事である。		
工 法	DOUBLE FLUID		
地 盤 条 件	細～中砂、N値=10～30程度		
施 工 諸 元	削孔深度45m、改良体の造成長5m3,000本 造成径=φ1,400mm 設計強度 $q_u=35\sim40$ kg/cm ² 程度である。 ロングマスト装備や2軸タイプの大型機械を導入している。 注入圧力600 kgf/cm ² 、吐出流量300ℓ/minの超高压ポンプを採用している。		
備 考			

