

表-1 修補工法一覧表(1/2)

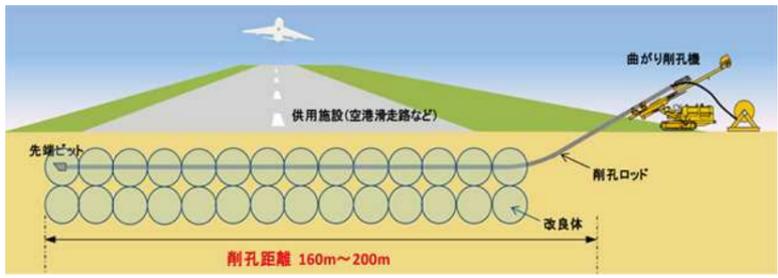
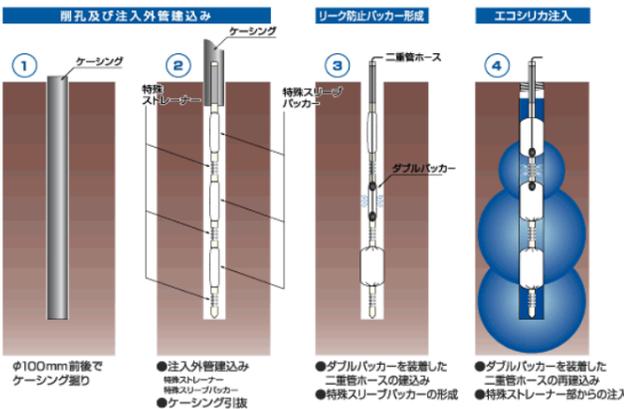
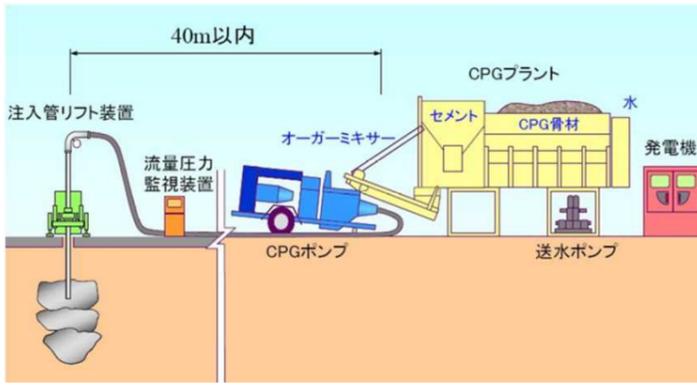
工法名	浸透固化処理工法（曲がり削孔）	浸透固化処理工法（鉛直削孔）	静的圧入締固め工法（CPG工法）
<p>概要図</p> 			
<p>工法概要</p>	<ul style="list-style-type: none"> 浸透性の高い溶液型の恒久薬液を地盤に低圧力で浸透注入することにより地盤を低強度固化する工法である。 削孔は、曲り削孔機で直線(水平、斜)部・曲線部を組合せて行う。改良範囲の直上からの改良が困難な場合に、離れた位置から削孔できる。 改良効果は、原則チェックボーリングで不攪乱試料を採取し一軸圧縮試験で確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> 浸透性の高い溶液型の恒久薬液を地盤に低圧力で浸透注入することにより地盤を低強度固化する工法である。 削孔は、改良範囲上からロータリーパーカッション式のドリリングマシンで鉛直または斜めに行う。 改良効果は、原則チェックボーリングで不攪乱試料を採取し一軸圧縮試験で確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> きわめて流動性の低いソイルモルタルを注入機械を用いて圧入し、その密度を高めて地盤を強化する工法である。 改良効果は、改良杭間で行う事前・事後ボーリングにより確認する。
<p>施工概要 (空港工事の例)</p>	<p>(事前準備)</p> <ul style="list-style-type: none"> 特になし <p>(本施工)</p> <ol style="list-style-type: none"> 曲り削孔機を用いてケーシングで孔壁を保護しながら削孔し、薬液注入口とその前後に薬液漏出防止用の特殊スリーブが設けられた注入外管を建込む。 注入外管の建込み完了後、ケーシングを引抜き、注入外管にダブルパッカー式注入装置を挿入し、スリーブパッカー注入(特殊スリーブへのセメントバントナイトの充填)を行う。 注入外管に前述の注入装置を注入口位置まで挿入し、薬液を浸透注入する。所定量の薬液注入後、注入装置を次の注入位置まで引上げて注入を繰り返す。 <p>(本施工後)</p> <ul style="list-style-type: none"> 注入外管内にセメントバントナイトを充填する。 	<p>(事前準備)</p> <ul style="list-style-type: none"> 舗装を削孔し、削孔箇所に防護キャップを設置。 <p>(本施工)</p> <ol style="list-style-type: none"> ドリリングマシンを用いてケーシングで孔壁を保護しながら削孔し、薬液注入口とその上下に薬液漏出防止用の特殊スリーブが設けられた注入外管を建込む。 注入外管の建込み完了後、ケーシングを引抜き、注入外管にダブルパッカー式注入装置を挿入し、スリーブパッカー注入(特殊スリーブへのセメントバントナイトの充填)を行う。 注入外管に前述の注入装置を注入口位置まで挿入し、薬液を浸透注入する。所定量の薬液注入後、注入装置を次の注入位置まで引上げて注入を繰り返す。 <p>(本施工後)</p> <ul style="list-style-type: none"> 注入外管内にセメントバントナイトを充填する。防護キャップを取外し、その部分の舗装を復旧する。 	<p>(事前準備)</p> <ul style="list-style-type: none"> 削孔箇所を削孔し、削孔箇所に防護キャップを設置。 <p>(本施工)</p> <ol style="list-style-type: none"> ボーリングマシンを用いて小口径ロッドにより削孔し、ロッドを地中に残置する。 CPGポンプを用いてモルタルを注入する。 所定のモルタル量を注入した後、注入管リフト装置で注入管を引き上げモルタルの注入を繰り返す。 <p>(本施工後)</p> <ul style="list-style-type: none"> 防護キャップを取外し、舗装を復旧する。
<p>適用地盤</p>	<p>削孔: N値<20砂質地盤（こぶし大以上の転石が存在しない地盤） 注入: 砂質地盤(原則、細粒分含有率$F_c \leq 40\%$)</p>	<p>削孔: 特になし 注入: 砂質地盤(原則、細粒分含有率$F_c \leq 40\%$)</p>	<p>砂質地盤(細粒分含有率$F_c \leq 50\%$、最大貫入深度30m以下)</p>
<p>使用材料</p>	<p>恒久薬液、セメントバントナイト</p>	<p>恒久薬液、セメントバントナイト</p>	<p>セメント、粒度調整骨材</p>
<p>標準的な仕様</p>	<ul style="list-style-type: none"> 改良径・・・2～2.5m 改良率・・・100% 改良体配置間隔・・・1.6～2.0m 	<ul style="list-style-type: none"> 改良径: 1.5～2.5m 改良率: 100% 改良体配置間隔: 1.2～2.0m 	<p>換算改良径 $\phi 0.4m \sim \phi 0.7m$ 改良率・・・5.0%以上 杭配置間隔・・・1.2～2.0m</p>
<p>主な使用機械</p>	<p>[削孔] ・曲がり削孔機・削孔管理システム・排泥リサイクル装置・バックホウ・汚泥吸排車・散水車 [薬液注入] ・薬液注入ポンプ・ミキシングプラント・集中管理装置・汚泥吸排車・散水車・トラック ※車上式施工の場合、以下を追加 ・トレーラー・トラック・クレーン付きトラック</p>	<p>[削孔] ・削孔機(ロータリーパーカッション式ドリリングマシン)・汚泥吸排車・散水車 [薬液注入] ・薬液注入ポンプ・ミキシングプラント・集中管理装置・汚泥吸排車・散水車 ※車上式施工の場合、以下を追加 ・トレーラー・トラック・クレーン付きトラック</p>	<p>[削孔] ・削孔ボーリングマシン・散水車 [注入] ・CPGプラント・CPGポンプ・注入管リフト装置・流量圧力監視装置・散水車 ※車上式施工の場合、以下を追加 ・プラント車(トレーラー)・トラック・クレーン付きトラック</p>
<p>施工実績[空港]</p>	<p>・松山空港、福岡空港、東京国際空港、新千歳空港などの空港で実績がある。</p>	<p>・東京国際空港や新千歳空港など多数の空港で実績がある。</p>	<p>・新潟空港や東京国際空港など多数の空港で実績がある。</p>

表-1 修補工法一覧表(2/2)

工法名	高圧噴射攪拌工法(交差噴流)(X-jet工法他)	高圧噴射攪拌工法(ジェットクリート工法)	
概要図			
工法概要	<ul style="list-style-type: none"> ・回転するロッドから超高圧水を地盤中に噴射することで地盤を切削し、そのスライムを地表に排出させると同時に硬化材を充填し、円柱状の固結体を造成する。 ・一定距離で噴流が交差(クロス)させるので、切削半径を一定にすることが可能で、改良径を確定できる。 ・改良効果はチェックホールリングで試料を採取し、一軸圧縮試験で確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・揺動式の高圧噴射攪拌で、任意の方向に限定した改良が可能。 ・回転するロッドから超高圧水を地盤中に噴射することで地盤を切削し、そのスライムを地表に排出させると同時に硬化材を充填し、円柱状の改良体を造成する工法である。 ・改良強度は任意に設定可能である。 ・改良効果はチェックホールリングで試料を採取し、一軸圧縮試験で確認する。 	
施工概要(空港工事)	<p>(事前準備)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・削孔箇所にガイドホール、防護キャップを設置する。 <p>(本施工)</p> <ol style="list-style-type: none"> ①ケーシングにより削孔を行い、ケーシングは地盤中に残置する。 ②三重管ロッドを挿入し、改良範囲下端より改良体の造成を行う。 ③改良体天端部分に硬化促進剤を添加・攪拌する。その後①～③を繰り返す。 <p>(本施工後)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・防護キャップを取外し、舗装の打ち替えを行う。 	<p>(事前準備)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・削孔箇所にガイドホール(φ216)、防護キャップを設置する。 <p>(本施工)</p> <ol style="list-style-type: none"> ①ケーシング(φ146)により削孔を行い、ケーシングは地盤中に残置する。 ②三重管ロッド(φ90)を挿入し、改良範囲下端より改良体の造成を行う。 ③改良体天端部分に硬化促進剤を添加・攪拌する。その後①～③を繰り返す。 <p>(本施工後)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・防護キャップを取外し、舗装の打ち替えを行う。 	
適用地盤	ほぼ全ての土質	ほぼ全ての土質	
使用材料	クロスジェット専用固化材	JETCRETE用固化材	
標準的な仕様	<ul style="list-style-type: none"> ・改良径・・・φ2.5m(標準) ・間隔・・・約2.0m 	<ul style="list-style-type: none"> ・改良径・・・任意に設定可能(土質条件による) ・間隔・・・任意に設定可能(試験施工により決定する必要がある) 	
主な使用機械	<p>[造成]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・先行ボーリングマシン・ボーリングマシン・造成用マシン・グラウトポンプ・超高圧ポンプ・ラフタークレーン・大型汚泥吸排車・散水車 ※車上式施工の場合、以下を追加 ・車上式スラリープラント・トラック・クレーン付きトラック 	<p>[造成]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・先行ボーリングマシン・ボーリングマシン・造成用マシン・グラウトポンプ・超高圧ポンプ・ラフタークレーン・大型汚泥吸排車・散水車 ※車上式施工の場合、以下を追加 ・車上式スラリープラント・トラック・クレーン付きトラック 	
施工実績[空港]	・空港滑走路では伊丹空港や仙台空港で実績がある。	・空港滑走路での施工実績は無い。	

表-2 修補工法評価表

選定判断項目		工法名	浸透固化処理工法 (曲り削孔)	浸透固化処理工法 (鉛直削孔)	静的圧入締固め工法 (CPG工法)	高圧噴射攪拌工法 (X-jet工法・ジェットクリート工法等)
施工時の 既設構造物への影響	舗装勾配の確保 (施工による地盤隆起・沈下)		・薬液を低圧力で注入するため、周辺への影響が少ない。 ・ただし、既往工事の実績から土被りが小さく、注入時の地盤隆起には十分な配慮が必要である。特に部分的に薬液が注入された本地盤については、 試験工事を実施し、隆起が許容値に収まる注入速度など、検証する必要がある。	・薬液を低圧力で注入するため、周辺への影響が少ない。 ・ただし、既往工事の実績から土被りが小さく、注入時の地盤隆起には十分な配慮が必要である。特に部分的に薬液が注入された本地盤については、 試験工事を実施し、隆起が許容値に収まる注入速度など、検証する必要がある。	・土被り(表面～改良対象層上面)は2～3m程度であり、地盤隆起の可能性が高い(同空港内の試験施工実績でも地盤隆起量が大きく、不適としている)	・固化材噴出による改良と排泥を同時に行うため、隆起、沈下の可能性は低く、空港工事の実績(伊丹空港・仙台空港)では、許容値を上回る隆起・沈下は計測されていない。 ・ただし、既改良地盤の粘性が高い場合は、排泥閉塞により隆起の懸念もあるため、 試験施工時に周辺地盤の動態観測を行い、必要に応じて追加対策(プレジェットや粘性低下促進材の添加)の検討が必要である。
	既舗装への配慮		・緑地帯から施工できるため、滑走路舗装面の削孔は不要である。	・施工時に舗装面の削孔は必要となるが、防護キャップの使用により対応可能である。ただし、CPG工法より間隔が小さくなり削孔箇所が多い。 ・施工時に滑走路舗装面を削孔するため、削孔に伴う滑走路安定性や舗装のプリスタリング対策が必要である。	・施工時に舗装面の削孔が必要となるが、防護キャップの使用により対応可能である。 ・施工時に滑走路舗装面を削孔するため、削孔に伴う滑走路安定性や舗装のプリスタリング対策が必要である。	・施工時に舗装面の削孔が必要となるが、防護キャップの使用により対応可能である。ただし、CPG工法に比較して削孔径が大きく、特殊防護キャップが必要である。 ・施工時に滑走路舗装面を削孔するため、削孔に伴う滑走路安定性や舗装のプリスタリング対策が必要である。
	近接構造物への影響		○	△	△	△
	地下埋設物への影響		—	—	—	—
	障害物による影響		—	—	—	—
先行工事による影響	先行工事の残置物の影響① (削孔に関する事項)		・残置された注入外管の影響により、適切な削孔精度を確保できない可能性がある。 ・削孔ロッドが残置された注入外管と絡まり、抜けなくなる可能性がある。 ・ 上記の課題については、試験施工により施工の可否を検証する必要がある。	・ロータリーパーカッションドリルにて削孔するため、注入外管が削孔精度に与える影響はない。	・PBドレーン施工後の改良実績より、削孔時の注入外管埋設の影響はないと言えるが(専業者ヒアリング)、CPG工法適用時は改良効果の確認も含めて試験施工時に確認することが望ましい。	・注入外管(塩ビ管)の場合、通常地盤と同様に一般的な削孔機により削孔可能である(専業者ヒアリング)。
	先行工事の残置物の影響② (注入に関する事項)		△	○	○	○
	改良不良地盤への対応		・施工不良地盤に対してどのように浸透していくかが不明である。 土質調査、試験施工により未充填部への注入方法と妥当性を検証する必要がある。	・施工不良地盤に対してどのように浸透していくかが不明である。 土質調査、試験施工により未充填部への注入方法と妥当性を検証する必要がある。	・薬液注入による既改良地盤に対して、静的圧入締固めを実施すると、十分な締め固め効果が得られないだけでなく、改良済部分に対してもせん断破壊を引き起こす可能性がある。	・既改良地盤(薬液注入工法による改良地盤:qu≥50～70kN/m ²)に対して、高圧噴射攪拌工法による地盤切削能力が不明であり、所定の改良径の造成可否、発現強度が不明である。 ・ 中途半端に改良された地盤に対しての切削能力(時間)、造成径、改良強度について、試験施工にて確認する必要がある。
工 程	作業時間に関する事項		△	△	×	△
	施工期間		○	○	○	△
総評 (一次選定)	作業時間に関する事項		・緑地帯での作業であるが、夜間閉鎖時間中の作業である。小型の施工機械及び車載式注入設備を用いることで、施工時間を最大限確保できる。	・滑走路上での作業となるため、夜間閉鎖時間中に作業を行うが、小型の施工機械及び車載式注入設備を用いることで、施工時間を最大限確保できる。	・滑走路上での作業となるため、夜間閉鎖時間中に作業を行うが、小型の施工機械及び車載式フロントを用いることで、施工時間を最大限確保できる。	・滑走路上での作業となるため、夜間閉鎖時間中に作業を行うが、小型の施工機械及び車載式フロントにより施工時間を最大限確保できる。 ・土被りの少ない改良体は、早期の強度発現を期待するため、硬化促進剤を必要とする。 強度確認方法、施工サイクルタイムについて、試験施工時に検証する必要がある。
	施工期間		約22ヵ月(試験施工期間約6ヵ月を含む) (本施工:16ヵ月 削孔機5台、注入設備5セット 夜間施工) H26、27同時施工	約15ヵ月(試験施工期間2ヵ月含む) (本施工:13ヵ月 削孔機9台、注入設備5セット 夜間施工) H26、27同時施工	技術的な課題(変状)があるため工程算定の対象外とする	約31ヵ月(試験施工期間2ヵ月含む) (本施工:29ヵ月 削孔機6台、造成機6台 夜間施工) H26、27同時施工 接円改良 排泥100m ³ /日
総評 (一次選定)			○	△	×	×