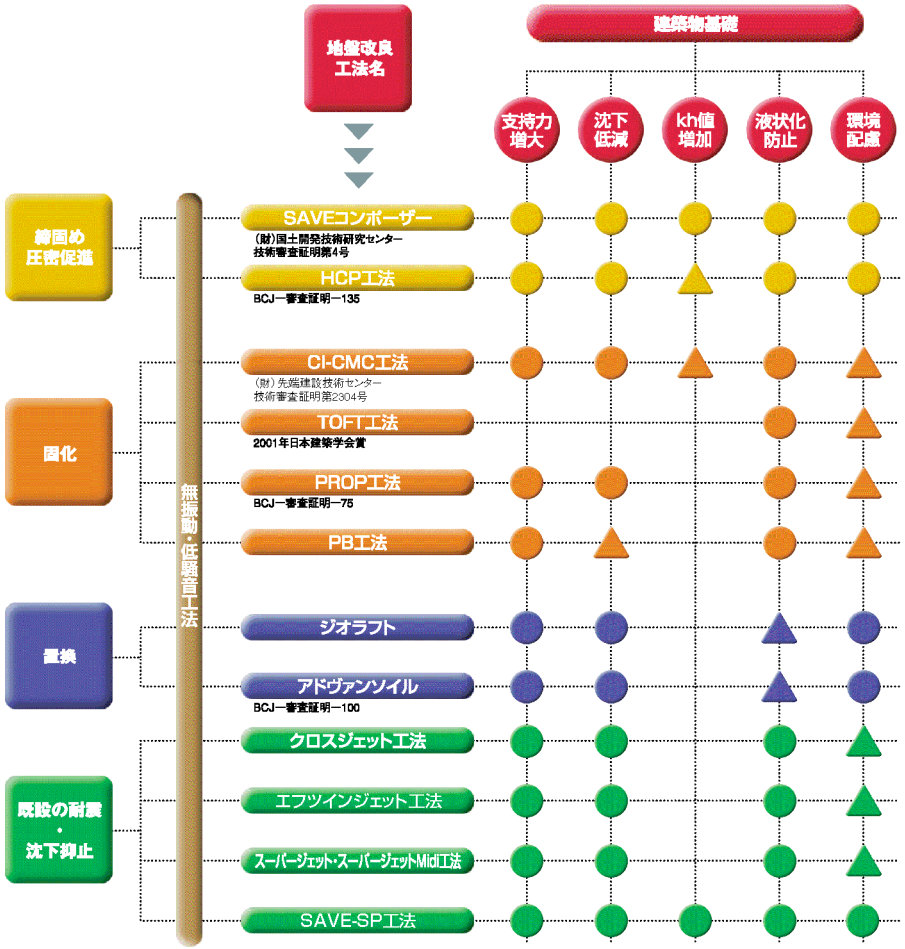
建築物基礎向けの地盤改良工法適用比較



※各工法名は当社の商品名称です。工法の詳細については個別のパンフレットをご覧下さい。

凡例　●最適　▲適用可能

FUDOTETRA 不動テトラ

ISO 9001
ISO 14001
認証取得

土と地盤をうみに工作する

地盤改良に関するお問い合わせ先

地盤事業本部 〒103-0016 東京都中央区日本橋小網町7-2 TEL. 03-5644-8534 FAX. 03-5644-8537

北海道支店	〒060-0001	札幌市中央区北一条西7-3	TEL. 011-233-1640	FAX. 011-233-1641
東北支店	〒980-0803	仙台市青葉区国分町1-6-9	TEL. 022-262-3411	FAX. 022-262-3416
北関東支店	〒330-0845	さいたま市大宮区仲町2-25	TEL. 048-658-4851	FAX. 048-646-2682
東京本店	〒103-0016	東京都中央区日本橋小網町7-2	TEL. 03-5644-8536	FAX. 03-5644-8538
千葉支店	〒260-0015	千葉市中央区富士見2-3-1	TEL. 043-227-5301	FAX. 043-227-5307
横浜支店	〒231-0016	横浜市中区真砂町2-25	TEL. 045-681-5621	FAX. 045-681-5626
北陸支店	〒950-0078	新潟市中央区万代島5-1	TEL. 025-255-1171	FAX. 025-255-1174
中部支店	〒460-0008	名古屋市中区栄5-27-14	TEL. 052-261-5131	FAX. 052-263-4564
大阪本店	〒542-0081	大阪市中央区南船場2-3-2	TEL. 06-7711-5217	FAX. 06-7711-5243
中国支店	〒730-0041	広島市中区小町3-19	TEL. 082-248-0138	FAX. 082-249-6826
四国支店	〒760-0023	高松市寿町2-2-10	TEL. 087-821-1541	FAX. 087-822-6896
九州支店	〒812-0011	福岡市博多区博多駅前4-1-1	TEL. 092-451-4171	FAX. 092-474-5264

http://www.fudotetra.co.jp　E-mail: geo@fudotetra.co.jp

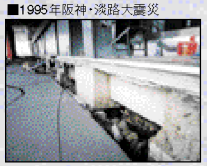
201210 500 IPI-305

建築基礎への地盤改良技術

不動テトラは地盤の性状と上部構造物の機能とを総合的に理解することで、
建築基礎としての地盤の性能向上を図ります。

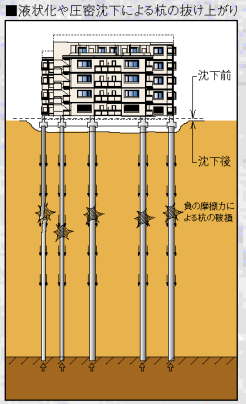
軟弱地盤上に建築物を構築する場合、圧密沈下や地震時の液状化による沈下などが生じ、構造物に被害を与える恐れがあります。

■1995年阪神・淡路大震災

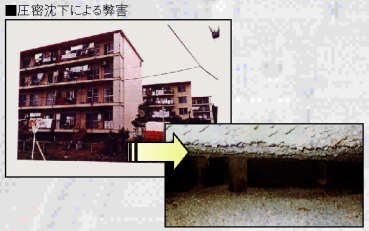


■2011年東日本大震災

■液状化や圧密沈下による杭の抜け上がり



■圧密沈下による弊害

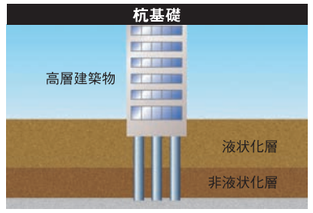
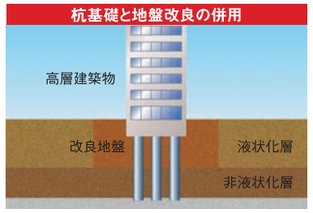
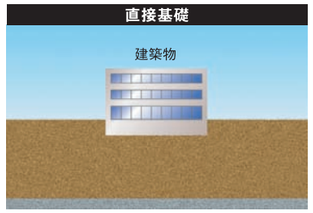
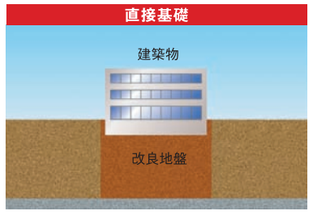
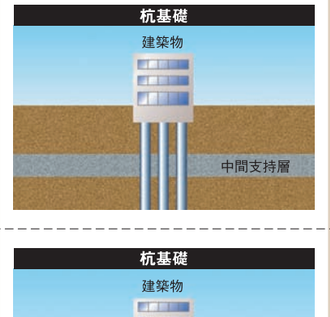
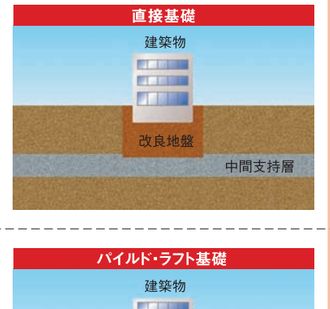
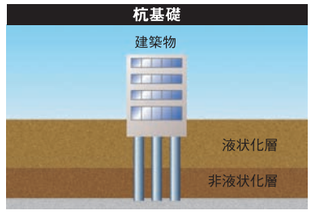
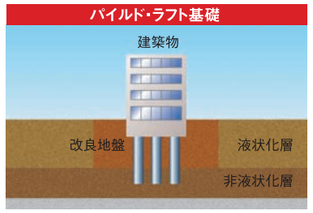
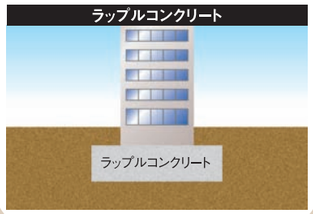
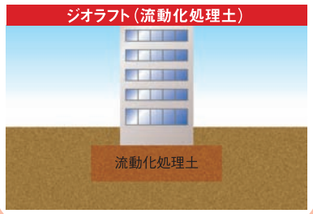
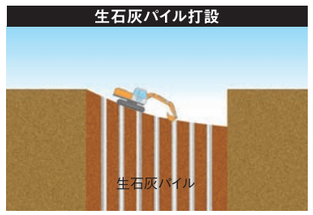


不動テトラは、地盤改良のエキスパートとして、すべての構造物に安全で良好な地盤を提供する構造物と基礎地盤の調和を目指した "Total Foundation Engineering System" を提案します。

1995年の阪神・淡路大震災、2011年の東日本大震災などの大きな地震を経験した結果、あらかじめ地盤改良された地盤に直接基礎で支持されていた建物や、地盤改良と杭基礎を併用した建物では、被害はほとんど認められないことが、地震後の調査によって明らかになっています。
このように地盤の性質をよく理解し、上部構造物に適合した地盤を造成しておくことが、構造物基礎地盤としての総合的な機能を向上させ、非常時にも大きな効果を発揮します。

FUDOTETRA

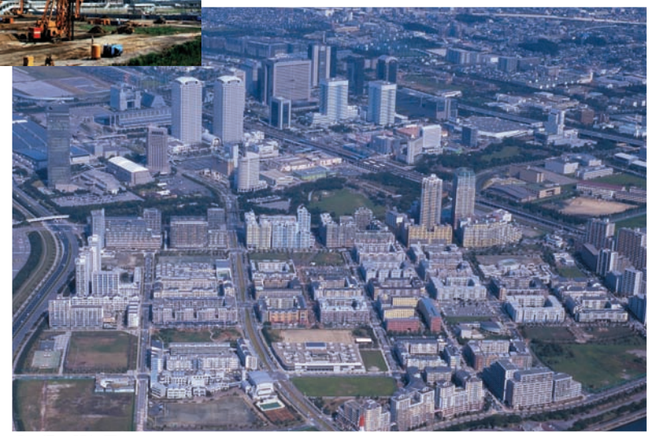
様々な構造物にフレキシブルに対応します

	従来の考え方	地盤改良の適用	
1 高層の建築物 問題点: ●液状化時の杭の破損 ●液状化後の地盤沈下による基礎下の空洞発生や周辺地盤の不同沈下			液状化層を地盤改良することにより、地震時の液状化を防止するとともに杭の横抵抗を増大し、基礎杭のコスト低減が図れます。
2 中・低層の建築物 問題点: ●液状化時の沈下 ●液状化時の支持力不足 ●圧密沈下による不同沈下			基礎地盤を締固めや固化などにより改良し、直接基礎の支持地盤として使用します。特に基礎底面から数メートルの深さに支持地盤が堆積している場合に有効です。また支持力不足、液状化、不同沈下対策としての機能も発揮します。
3 長尺の支持杭 問題点: ●液状化時の杭の破損 ●圧密沈下による ネガティブフリクションの発生			地盤改良による直接基礎として、支持力不足、沈下および液状化対策とします。また、沈下に問題がなければ中間層までの改良とすることができます。
4 液状化防止と沈下抑止（パイルド・ラフト基礎） 問題点: ●液状化時の支持力不足 ●液状化時の杭の破損 ●液状化時の沈下			液状化地盤を地盤改良することで、沈下抑止効果を期待した直接基礎の支持地盤を造成します。 同じ施工機械で液状化対策と沈下抑止杭を造成することでコスト削減が図れます。
5 置換 問題点: ●建設残土の発生 ●単位体積重量が大きい			ラップルコンクリートに比べ安価で単位体積重量が小さく流動性が高いため作業の省力化が図れます。また、建設残土を原料としているため環境負荷低減に寄与します。
掘削地盤の安定強化 問題点: ●掘削時の重機の安定性 ●掘削土の搬出 （産業廃棄物の発生）			砂杭の打設により杭間の粘性土が圧密され強度が増加します。含水比が低下し、砂の混入により掘削性が向上します。掘削土は残土として処理できるため産業廃棄物が発生せず処分費を抑制できます。

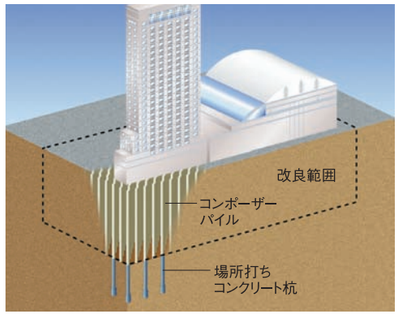
1 高層建築物への適用例

適用工法 コンポーザー（サンドコンパクションパイル工法）

コンポーザー施工状況



千葉県幕張地区



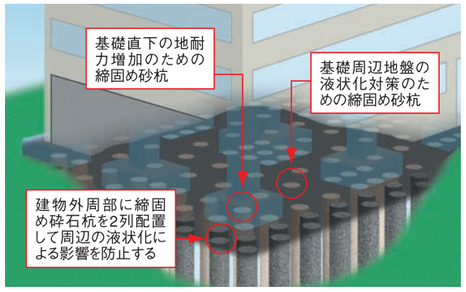
千葉県幕張地区は昭和48年～55年にかけて海域を浚渫埋立した地区で、地表面最大速度25cm/sec以上の地震動では、GL-8m～GL-18mの沖積層で液状化の可能性があると判断されました。この高層ビルは地上25階建地下1階、高さ97.2mのホテルで、基礎底面下の約10mまでの砂層をコンポーザー（径700mm）により締固め、原地盤のN値を5～10程度増加させ、液状化抵抗を増大させました。基礎杭は場所打ちコンクリート杭でGL-25m程度の支持層まで施工されました。この地区では、ほとんどの重要構造物や集合住宅に地盤改良を施工しています。

2 中・低層建築物への適用例

適用工法 SAVEコンポーザー

SAVEコンポーザー 施工状況

和歌山労災病院



砂・砕石杭による地盤改良概念図

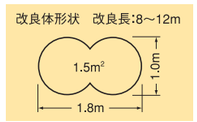
締固め砂杭工法により造成された地盤は、砂杭と砂杭間地盤から構成される複合地盤効果により、液状化対策のほか中低層建築物の直接支持と沈下抑止を期待することができます。締固め砂杭工法により改良された地盤は、多数の実績から得られた試験結果や計測結果あるいは最新の設計法の採用により、一般建築物はもちろんのこと免震建築物やパイルド・ラフト基礎で設計された建築物の支持地盤としても適用されています。

2 中・低層建築物への適用例

適用工法 TOFT工法、PROP

PROP-TOFT工法 施工中

山口きらら博記念公園水泳プール

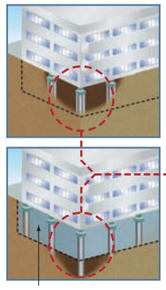


直接基礎の支持地盤

従来、深層混合処理工法を直接基礎の支持地盤に適用する場合、原則として非液状化地盤を対象としていました。

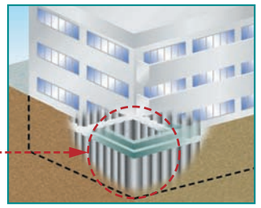
液状化対策

液状化地盤においては建物は杭で支持し、別に液状化対策を施していたため2つの工法による対策が必要でした。



サンドコンパクションパイル工法

液状化地盤に対する直接基礎の支持



液状化対策と直接基礎の支持地盤という2つの要求性能に対しPROPの格子状改良の1工法により対応しました。

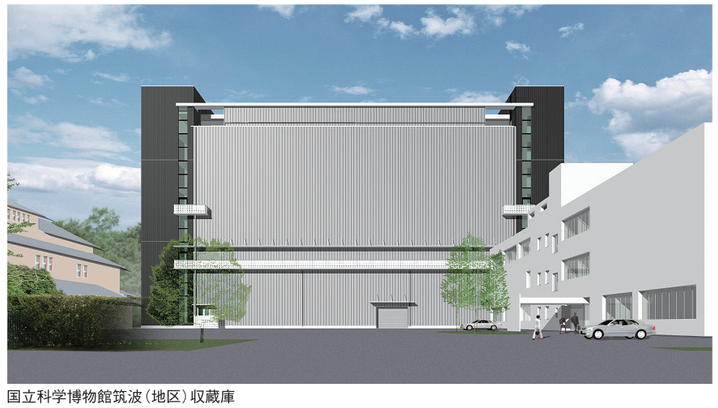
山口県山口市阿知須に建設された日本水泳連盟屋内公認プールを備えた地下1階地上3階の水泳競技施設では、PROPを格子状に配列する耐震固化工法が採用されました。この建物は平面形状が複雑なうえ、支持層が大きく傾斜している液状化地盤であることから、建物の支持性能の確保と液状化対策という2つの要求性能を満足する基礎工法の提案が求められました。地盤改良は、液状化層全域にわたり直径1000mmの改良体を200mmラップさせた改良体を最大長14m, 合計1,724セット施工しました。

2 中・低層建築物への適用例

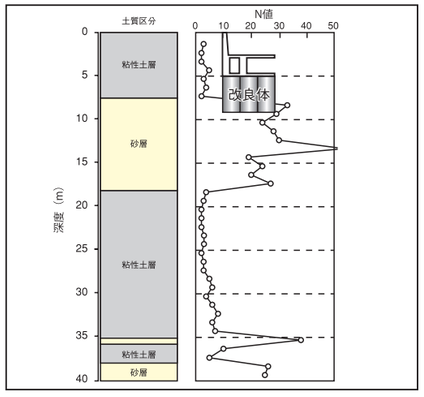
適用工法 CI-CMC工法

CI-CMC工法 施工状況

CI-CMC工法 改良体



国立科学博物館筑波（地区）収蔵庫

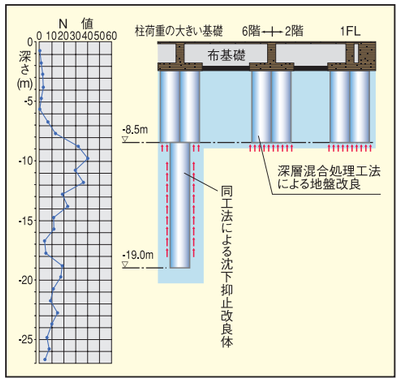


茨城県つくば市に建設された地上8階建免震構造の国立博物館筑波地区収蔵庫では、粘性土の支持力対策としてCI-CMC工法による地盤改良が適用されています。改良体の支持地盤は、中間層である洪積砂層とし、直径1600mm、深度9mでべた基礎の下に全面的に配置しています。中間層下の洪積粘性土層については3次元の沈下解析により、即時沈下の詳細検討を実施し、建物への安全性を確認しています。施工後の改良体頭部の出来形、強度確認においても良好であることが確認されました。

3 長尺の支持杭に代わる適用例

適用工法 CI-CMC工法、PROP

釧路孝仁会記念病院



深層混合処理工法で重量構造物を支持する場合、良質な砂地盤などの中間層を支持地盤として設計します。一方、中間の支持層以深に軟弱な粘土地盤が堆積している場合などは建物の重量や立面形状によっては沈下量が大きくなったり、あるいは不同沈下が問題となり深層混合処理工法が適用できない場合があります。このような場合、改良体の一部を軟弱粘性土以深の安定した地盤まで施工することで沈下量や不同沈下を抑止して直接基礎とすることが可能となります。

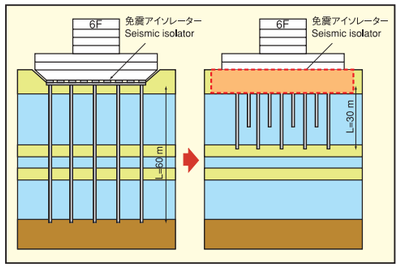
4 液状化防止と沈下抑止（パイルド・ラフト基礎）

適用工法 SAVEコンポーザー

パイルド・ラフト基礎とは、地下深くにある硬質な支持層まで杭を打設せず、通常より短い杭基礎とすることで、短い杭と周辺地盤とが一体となって建築物を支持する基礎構造です。設計には高度な技術を要しますが、建築物の重量を杭のみで支持地盤に伝達する従来の方法に代わって最近、最も注目されている基礎工法です。

SAVEコンポーザー 施工状況

石巻赤十字病院

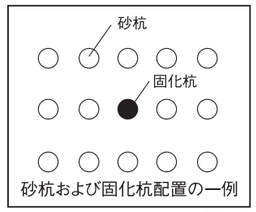


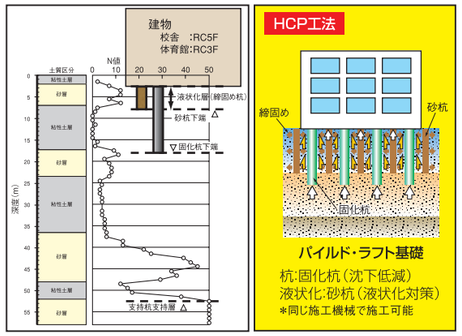
宮城県石巻市に建てられた石巻赤十字病院は、東日本大震災により病院周辺が大きな被害を受けたにも関わらず最前線の拠点病院として機能しました。この病院の基礎地盤はSAVEコンポーザーによる液状化対策地盤とパイルド・ラフト基礎の組み合わせて施工され、大地震時でも病院機能を損なうことはありませんでした。今回の地震により、SAVEコンポーザーによる改良効果とパイルド・ラフト基礎の組み合わせによる合理的な基礎地盤の安全性が立証されたと言えます。

4 液状化防止と沈下抑止（パイルド・ラフト基礎）

適用工法 **HCP工法**

HCP工法 施工状況





修徳中学校／高等学校

東京都葛飾区に建設された修徳学園の校舎（RC5階建）および体育館（RC3階建）の基礎工法には、液状化対策と沈下低減を目的としたHCP工法が適用されました。HCP工法は、液状化対策を目的とした砂杭の造成と沈下低減を目的とした固化杭（コンクリート）の造成を同じSAVEコンポーザーの施工機械を用いて行うことで、液状化地盤におけるパイルド・ラフト基礎を低コスト・短工期で実現する工法です。修徳学園では、液状化対策としての砂杭はGL-8mまで、沈下低減杭をGL-18mまで打設するパイルド・ラフト基礎として設計され、通常の支持杭に対してコスト削減を実現しています。

5 置換（ラップルコンクリートの代替工法）

適用工法 **ジオラフト工法**

流動化処理土打設状況

シティータワー神戸三宮

建物の支持層と基礎底面との間に3メートル以下程度の軟弱地盤が堆積している場合、軟弱地盤を掘削撤去してコンクリートなどに置換して建物を支持させます。しかし、コンクリートは材料費が高い、あるいは設計の面からも建物荷重に対して強度が高すぎるなどの課題があります。流動化処理工法は、建設発生土を原料としていることから材料費が安価で、かつ支持する建物の設計荷重に応じた圧縮強度を設定できる置換工法です。また、建設発生土の有効利用と強度増進を目的として再生砕石等の骨材を混入することも可能な環境型工法です。

建築関係の各種図書には建築基準として地盤改良工法が記載されています。

地盤改良工法を建築物の基礎に適用する場合の指針・基準類

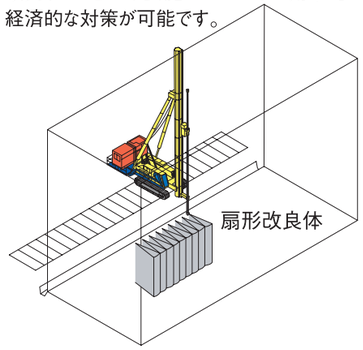
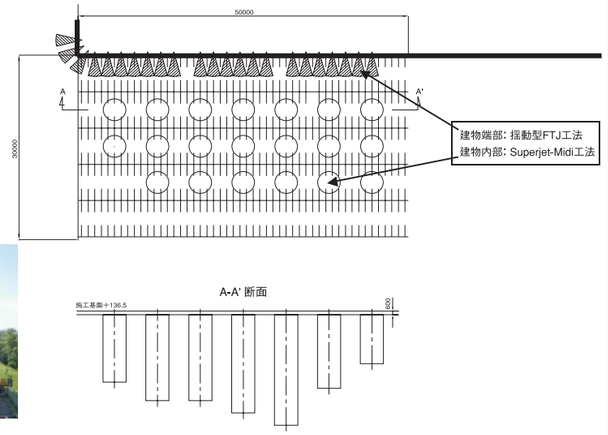
◎：重要　○：関連する　△：参考程度　ー：関連無し

No	指針・基準名	備考	内容	適用			
				締固め		固化	流動化
				杭基礎	直接基礎		
1	建築基礎 構造設計指針（2001）	（社）日本建築学会	液状化の判定方法 支持力および沈下量の算定方法 杭の設計方法 地盤改良工法全般の設計の考え方（概念） 品質管理方法 パイルド・ラフト基礎の考え方（概念）	◎		○	○
2	改訂版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針（2001）	（財）日本建築センター	深層混合処理工法、 および浅層混合処理工法の 具体的設計方法、品質管理	ー		◎	ー
3	建築構造設計指針	（社）東京都建築士事務所協会	東京都の各種要綱、取扱いについての解説等	△		◎	
4	建築工事標準仕様書・同解説 JASS3、JASS4	（社）日本建築学会	JASS3　土工事および山留め工事 JASS4　地業および基礎スラブ工事	○			
5	建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事	（社）日本建築学会	コンクリートの品質管理 基準→流動化処理工法の品質管理及び適用	ー			◎
6	流動化処理士　利用技術マニュアル	建設省　土木研究所	流動化処理工法全般	ー			◎
7	建築基礎設計のための 地盤調査計画指針	（社）日本建築学会	小規模住宅を除く、基礎設計・施工を目的とした 地盤調査の種類および数量の目安	○			
8	小規模建築物基礎設計の手引き	（社）日本建築学会	主に戸建住宅を対象にした基礎の設計方法	ー			
9	2007年版 建築物の構造関係技術基準解説書	国土交通省 住宅局建築指導課 日本建築主事会議 （財）日本建築センター	建築基準法の解説書 （関連法規の詳しい解説）	◎			
10	建築基礎のための 地盤改良設計指針案	（社）日本建築学会	固化工法、締固め工法全般の設計から 品質管理までを記述 その他の工法（流動化、表層改良、高圧噴射）の 適用事例の紹介	◎		○	△

既存建物の沈下抑止

既設の建屋直下を地盤改良して建屋を直接支持させる FTJ工法(揺動型) + Superjet-midi工法

揺動型FTJ工法により、建屋外部から建屋直下側に扇形の改良地盤を造成することで、建屋直下のみを改良することができ、施工ロスのない効率的・経済的な対策が可能です。



FTJ工法 施工状況