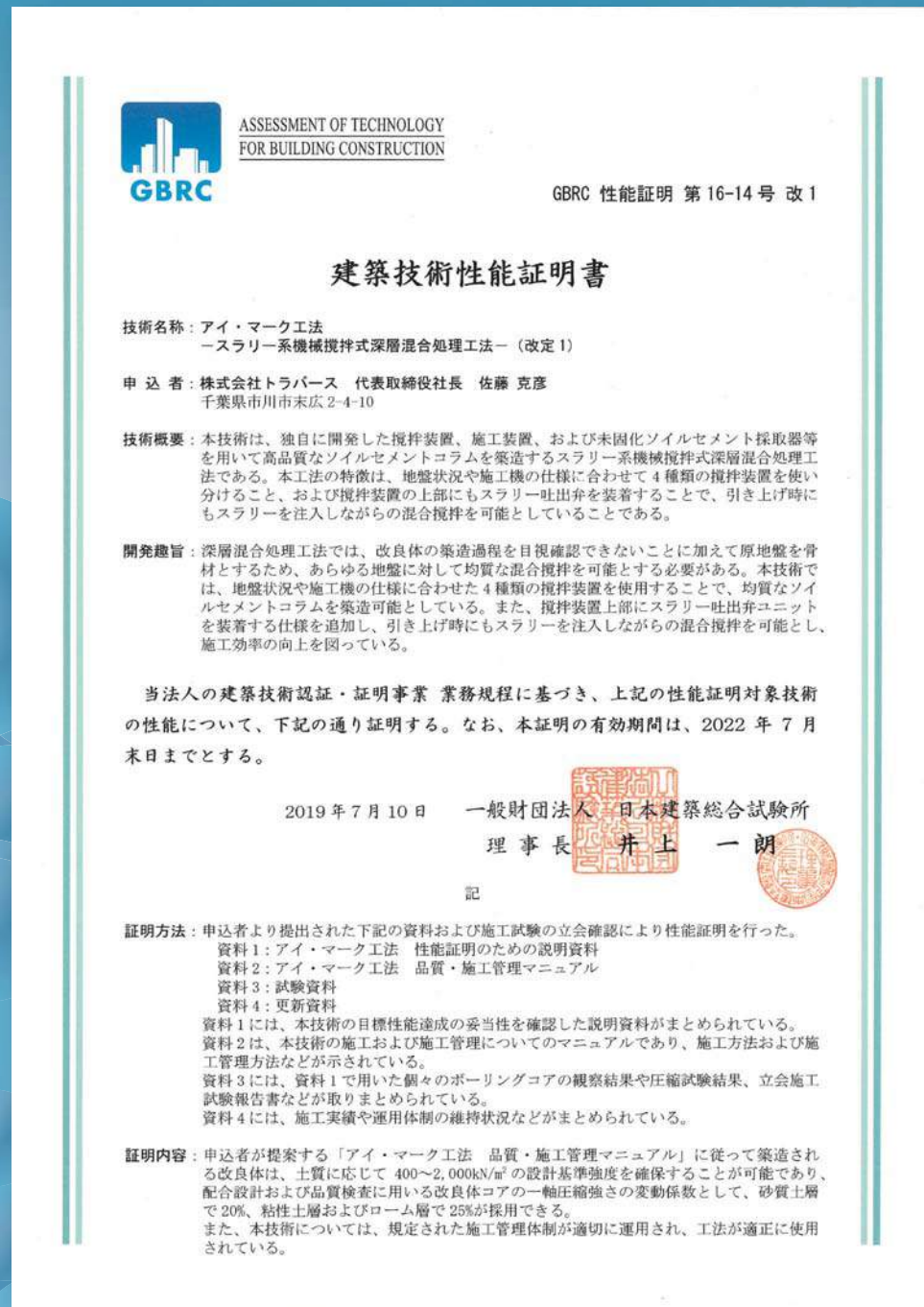




性能証明書

ご連絡・お問い合わせ先



株式会社

トラバース



株式会社

トラバース

エンジニアリング

本社 千葉県市川市末広2-4-10 TEL 047-359-4111 FAX 047-359-4115
<http://www.travers.co.jp>

ご注意とお願い 本資料に記載された技術情報は、製品の代表的な特性や性能を説明するものであり、「規格」の規定事項として明記したもの以外は、保証を意味するものではありません。本資料に記載されている情報の誤った使用または不適切な使用等によって生じた損害については責任を負いかねますのでご了承ください。また、これらの情報は、今後予告なしに変更される場合がありますので最新情報は上記担当部署にお問い合わせください。本工法の提供は株式会社トラバースとなっています。

3つのタイプのアイ・マーク工法



小規模住宅向け杭状地盤補強

アイ・マーク



一般建築・土木向け柱状地盤改良

スーパー・アイ・マーク



山留め・液状化対策

アイ・マーク・ウォール

NETIS
登録工法

No.KT-180100-A



アイ・マーク工法が進化して再登場

GBRC性能証明 第16-14号 改1

Ver.2

アイ・マーク工法とは実績のある深層混合処理工法です

3つのタイプのアイ・マークが合体！

アイ・マーク + スーパー・アイ・マーク + アイ・マーク・ウォール

3つの改良形式と4つの攪拌翼

杭形式・ブロック形式・壁形式

高回転・高攪拌・高掘削回転・高掘削攪拌型

●名称:アイ・マーク工法 3つのタイプのアイ・マークが合体しました



●適用範囲及びソイルセメント仕様

適用性	小規模建築物を含む建築物の基礎、擁壁および工作物などの基礎、山止めなどの仮設構造物、液状化対策	
改良形式	杭形式、ブロック形式、壁形式	
適用地盤	砂質土（礫質土含む）、粘性土、ローム地盤	
改良径	φ400～φ1200mm	
最大施工深さ	17m	
設計基準強度	小規模建築物の場合	砂質土：600～1200kN/㎡ 粘性土：600～1000kN/㎡ ローム：600～800kN/㎡
	小規模建築物以外	小規模建築物以外400～2000kN/㎡以下
固化材配合量	小規模建築物の場合	砂質土・粘性土：300kg/㎡以上 ローム：350kg/㎡以上
	小規模建築物以外	設計対象層による配合試験により設定 200～700kg/㎡
変動係数	砂質土：20% 粘性土：25% ローム：25%	
羽根切り回数	砂質土：500回/m以上 粘性土：600回/m以上 ローム：600回/m以上	
攪拌装置	高回転型：攪拌翼枚数8枚（掘削翼除く） 高攪拌型：攪拌翼枚数12枚（掘削翼除く） 高掘削回転型：攪拌翼枚数8枚（掘削翼除く） 高掘削攪拌型：攪拌翼枚数12枚（掘削翼除く）	
吐出口位置	先端吐出型（掘進時吐出）、上下吐出型（掘進・引上時吐出）	
施工サイクル	1サイクル施工	



写真1-1
上部吐出弁ユニットを
装着例（φ1200）



写真1-2
出来型確認



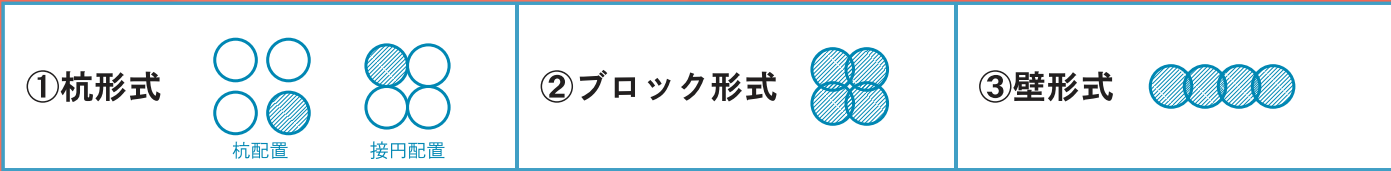
写真1-3
壁形式利用例

●運用上の名称と用途および条件

運用上の名称	用途および条件	
アイ・マーク	小規模構造物	以下の条件を全て満たすもの 地上階：3階以下 建物高さ：13m以下 軒高：9m以下 延べ面積：500㎡以下 擁壁：擁壁高3m以下
スーパー・アイ・マーク	一般構造物	上記以外の建築物および工作物 擁壁：擁壁高3m越え
アイ・マーク・ウォール	山留め 液状化対策	壁形式またはブロック形式による地盤補強 山留め：ソイルセメント地中壁 液状化対策：格子状改良壁、全面固結等

●3つの改良形式

3つの改良形式が採用でき採用範囲が広がります。



●4つの攪拌翼

本工法で使用する攪拌装置は、地盤状況や、施工機の仕様を考慮して下図に示す4タイプの攪拌装置から適宜選択します。

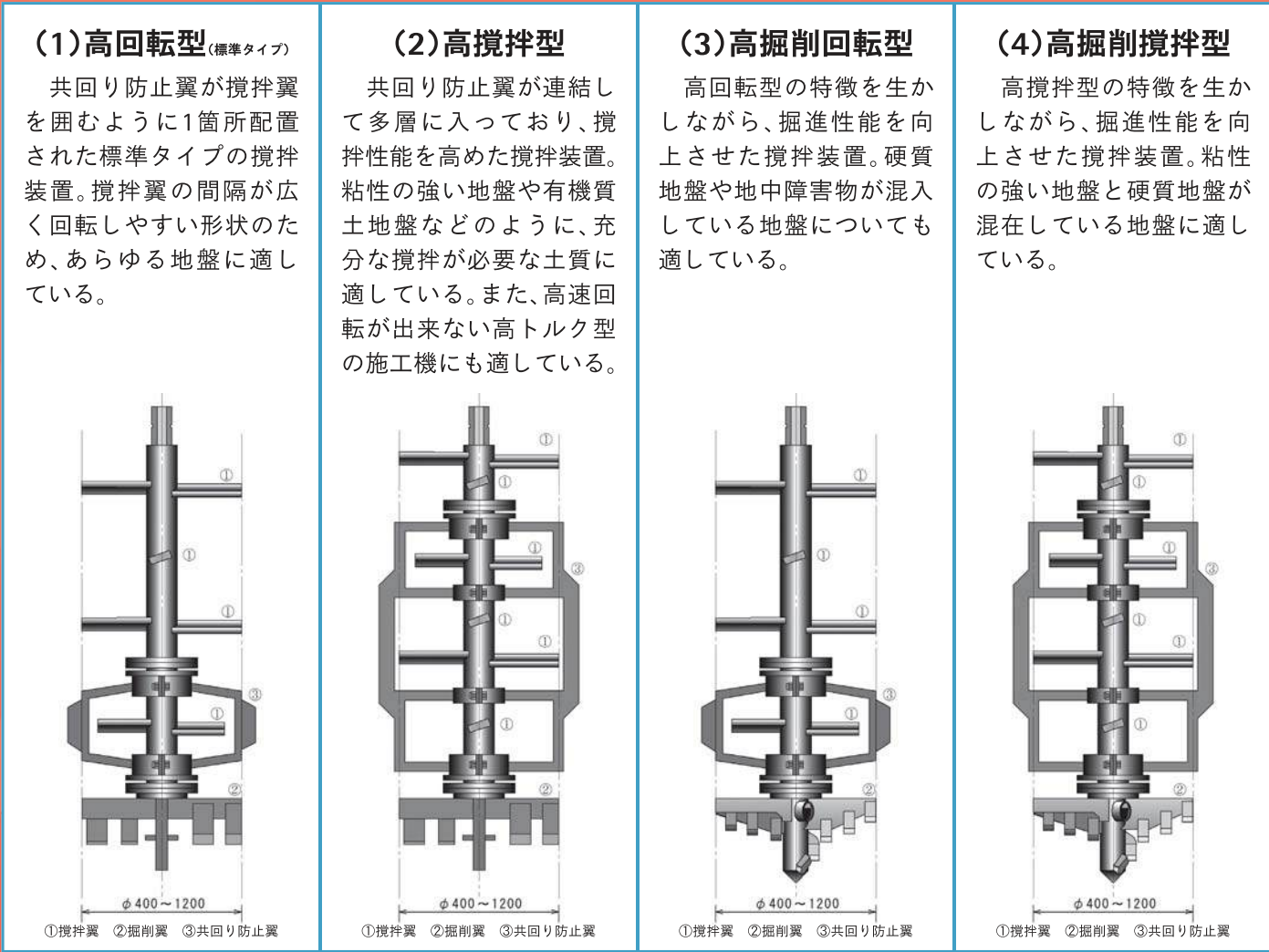


図1-1 攪拌装置

●施工サイクル

本工法の施工サイクルは、掘進攪拌、先端処理、引き上げ速度、羽根切り回数、セメントスラリー吐出量及び先端処理を適切に管理します。

○施工サイクル例

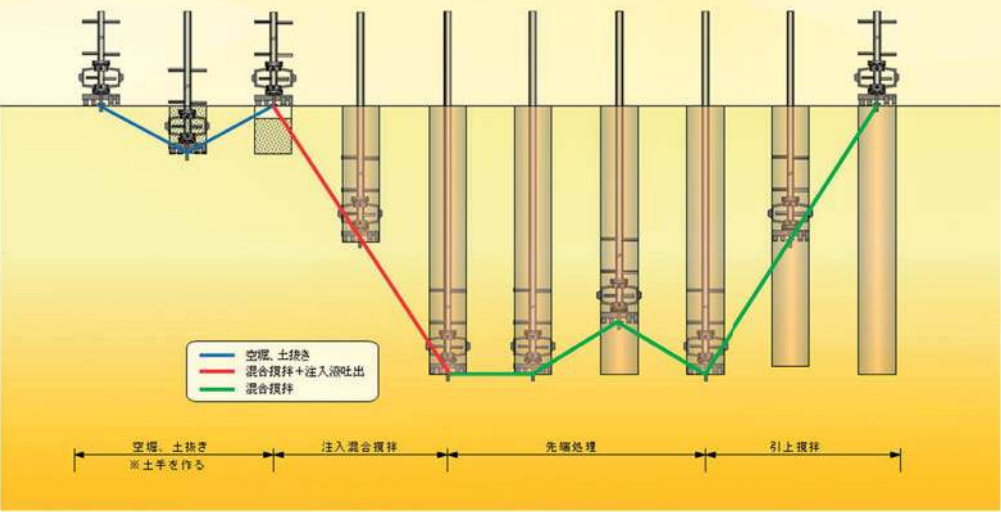


図4-3 先端吐出型標準施工サイクル図

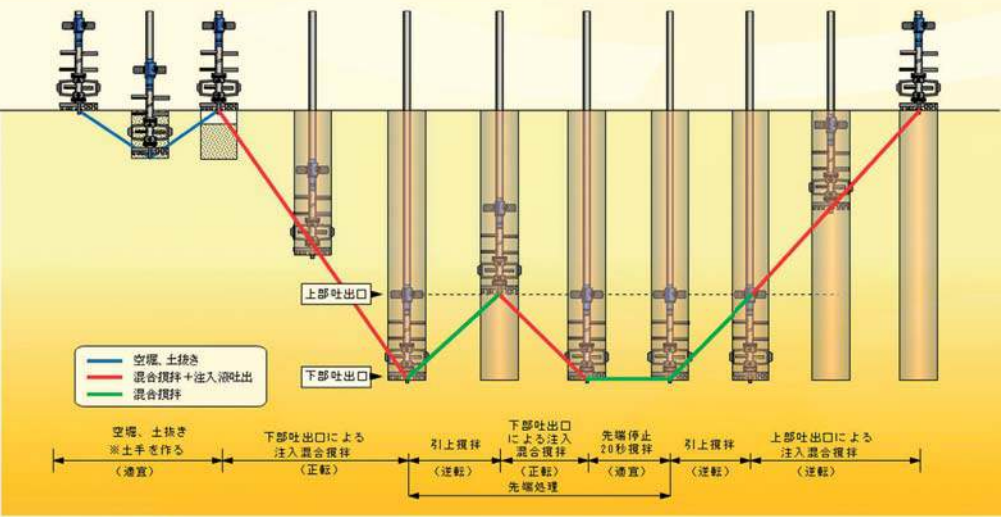


図4-4 上下吐出型標準施工サイクル図

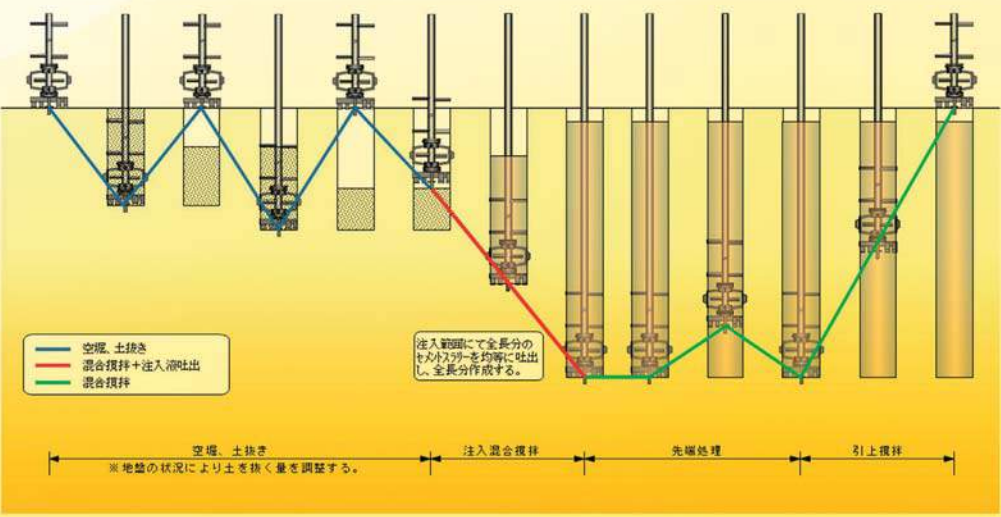


図4-5 事前土抜きによる固化材を含んだ現場発生土抑止型施工サイクル図(打ち継ぎ無し)

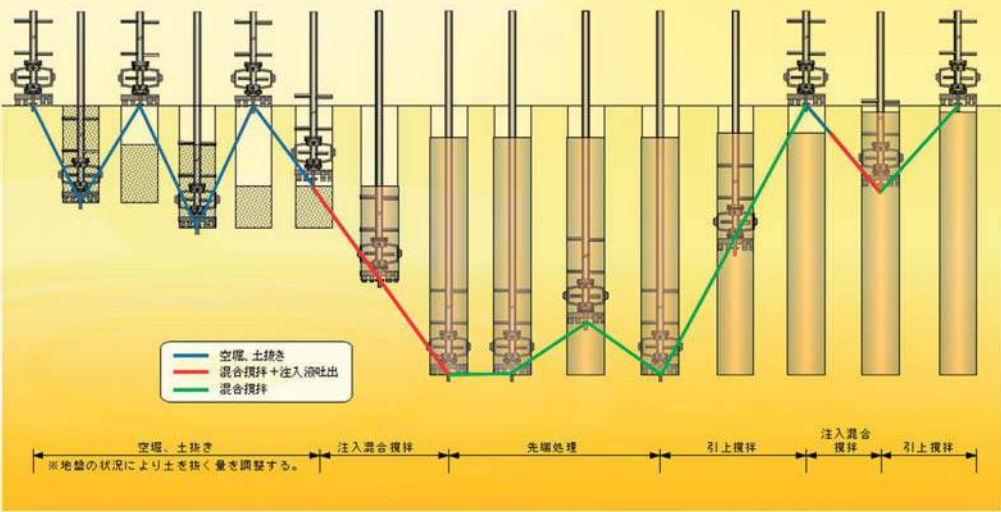


図4-6 事前土抜きによる固化材を含んだ現場発生土抑止型施工サイクル図(打ち継ぎあり)

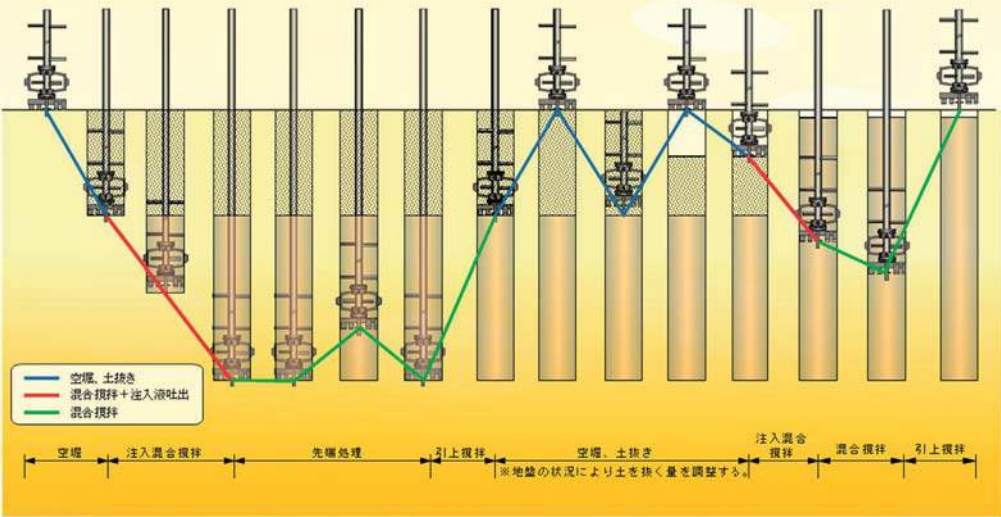


図4-7 ある一定深度から施工する場合の現場発生土抑止型施工サイクル図

●上部吐出弁

本工法は、掘進時に攪拌装置先端の吐出弁からセメントスラリーを吐出させ混合攪拌を行う施工を標準としているが、攪拌装置上部に上部吐出弁ユニット(図2-9、写真1-1参照)を取り付けることで、引き上げ時にセメントスラリーを吐出させた混合攪拌も可能である。上部吐出弁は、逆回転(左回転)すると開放する機構となっており、掘進時は正回転にて通常通りの施工を行い、引き上げ時は逆回転とすることで施工を可能にする。

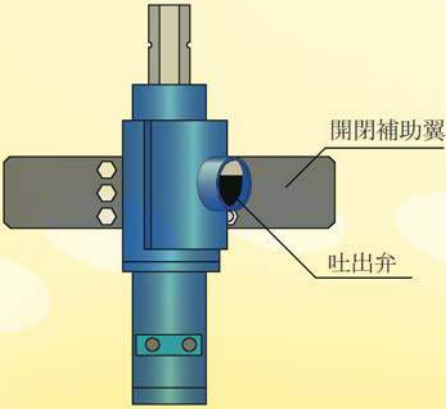


図2-9 上部吐出弁ユニット例

掘進速度

粘性土のように攪拌が難しい土質の場合、掘進時に地盤を薄くスライスしながらセメントスラリーと混合攪拌させることで、高い品質を確保することが出来る。従って、掘進速度は非常に重要な施工管理項目となる。掘進速度は2m/min以下とし、設定の目安を表4-4に示し、掘進速度の一例を表4-5に示す。

表4-4 掘進速度の設定の目安

標準地盤	・攪拌しやすい地盤 (砂質土や粘性の小さい地盤) ・高速回転で施工可能な地盤	・攪拌しにくい地盤 (ロームや粘性の強い地盤)
1m/min	2m/min以下	1m/min以下

表4-5 掘進速度の一例

掘進速度 (m/分)	セメントスラリー吐出量 (ℓ/min)	軸回転数 (回/min)	羽根切り回数 (回/m)
1.0	40	30～50	240～400
1.5	60	40～60	208～320
2.0	80	60～80	240～320

* 固化材配合350kgf/m2、W/C=60%、攪拌翼8枚とした場合

引上速度

引上速度は、3m/min以下とし、設定の目安を表4-6に示し、引上速度の一例表4-7を示す。

表4-6 引上速度の設定の目安

・攪拌しやすい地盤 (砂質土や粘性の小さい地盤) ・高速回転で施工可能な地盤	・攪拌しにくい地盤 (ロームや粘性の強い地盤)
3m/min以下	2m/min以下

表4-7 引上速度の一例

引上速度 (m/分)	軸回転数 (回/min)	攪拌翼枚数 (枚)	羽根切り回数 (回/m)
1.0～2.0	30～50	8	240～480
1.5～2.5	40～60	8	256～424
2.0～3.0	60～80	8	264～400

羽根切り回数

羽根切り回数とは、改良体1mあたりに攪拌翼が通過した回数を示したものであり、セメントスラリーを吐出していない空攪拌時の回数はカウントしない。本工法における羽根切り回数を表4-8に示し、羽根切り回数の計算式を式4-1に示す。また、羽根切り回数が600回/m以上となる掘進引上速度および軸回転数の組み合わせ一覧を表4-9に示す。

改良体の先端部から上方に改良径D×1.5倍の範囲(以後先端範囲と呼ぶ)は、攪拌翼の全てが通過しない場合があるため、羽根切り回数を適切に表現することは出来ない。しかし、先端処理を行うことで品質を確保することが出来るため、先端範囲の羽根切り回数についても同様に式4-1を用いて設定して良いものとする。

羽根切り回数_(回/m) = 攪拌翼枚数_(枚) × $\left[\text{掘進時軸回転数}_{(rpm)} \times \frac{1}{\text{掘進速度}_{(m/min)}} + \text{引上時軸回転数}_{(rpm)} \times \frac{1}{\text{引上速度}_{(m/min)}} \right]$

・・・・・・式4-1

表4-8 羽根切り回数

土質	羽根切り回数基準値
砂質土	500回/m以上
粘性土	600回/m以上
ローム	600回/m以上

表4-9 羽根切り回数が600回/m以上となる掘進引上速度および軸回転数の組み合わせ一覧

攪拌装置タイプ	高回転型、高掘削回転型						高攪拌型、高掘削攪拌型				
	8枚						12枚				
掘進速度(m/min)	1	1	1	1.5	1.5	2	1	1	1	1.5	1.5
引上速度(m/min)	1	1.5	2	1.5	2	2	1	1.5	2	1.5	2
軸回転数 (回/min)	掘進時		38	45	50	56	64	75	25	30	34
	引上時		38	45	50	56	64	75	25	30	34
掘進速度(m/min)	0.8	1.0	1.2	1.5	1.7	2.0	1.0	1.0	1.4	2.0	2.0
引上速度(m/min)	0.8	1.1	1.5	1.7	2.0	2.2	1.0	1.5	1.8	2.0	3.0
軸回転数 (回/min)	掘進時		30	40	50	60	70	80	25	30	40
	引上時		30	40	50	60	70	80	25	30	40

先端処理

先端部分は、先端支持力を確保する上で非常に重要な部分であり、先端部分の品質を確保するためには、表4-10に示す先端処理の仕様に従い施工を行う。先端停止時間(先端部にて停止する20秒)は、規定量のセメントスラリーを吐出した後に先端練り返しの前または後にて実施する。

先端処理例を図4-8に示す。

表4-10 先端処理の仕様

項目	先端吐出型施工	上下吐出型施工
先端練り返し量	1.5D以上	1.5D以上且つ先端から上部吐出口までの距離以上
先端練り返し掘進速度	引上速度以下	掘進速度に準ずる
先端練り返し引上速度	引上速度以下	
先端停止時間	20秒以上	

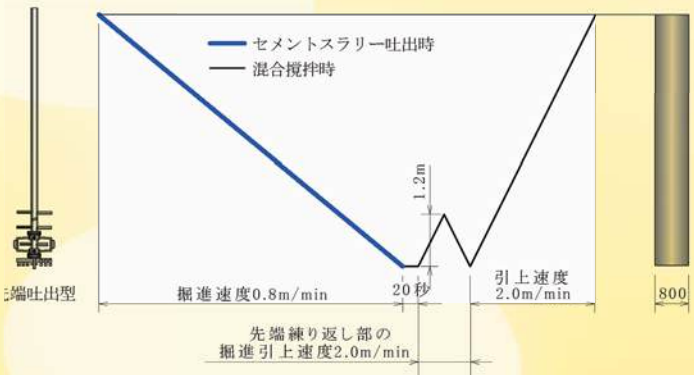


図4-8 先端処理の例
(a)先端吐出型の施工例

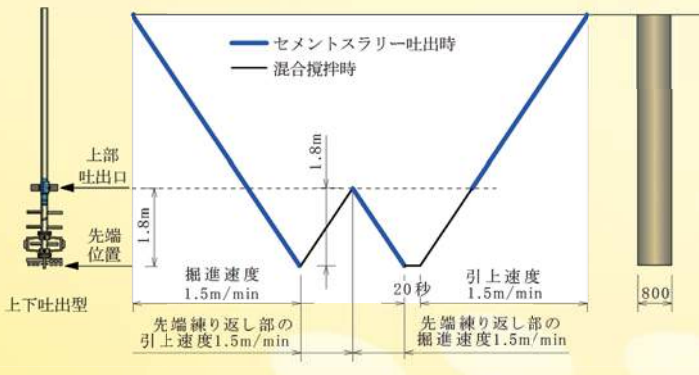


図4-8 先端処理の例
(b)上下吐出型の施工例

●セメントスラリー吐出量

セメントスラリーの吐出量(ポンプ吐出量)(ℓ/min)は、1mあたりに必要なセメントスラリー量を確保するため、適切に設定しなければならない。掘進時にのみ吐出する先端吐出型の算定方法を式4-2に、掘進時および引き上げ時に吐出する上下吐出型の算定方法を式4-3に示す。

・掘進時に全注入量を吐出させる場合のセメントスラリー吐出量S1の算定

$$S_1 = SQ \times V_1 \quad \dots\dots\dots \text{式4-2}$$

S1: セメントスラリー吐出量(ℓ/min) = Q × V1
Q: 1m当たりのスラリー注入量(ℓ/m)
V1: 掘進速度(m/min)

・掘進時および引き上げ時に全注入量を吐出させる場合のセメントスラリー吐出量S2の算定

$$S_2 = Q \times \frac{1}{(1/V_1 + 1/V_2)} \quad \dots\dots\dots \text{式4-3}$$

S2: セメントスラリー吐出量(ℓ/min)
Q: 1m当たりのスラリー注入量(ℓ/m)
V1: 掘進速度(m/min)
V2: 引上速度(m/min)

表2-3 プラントセットの内容例

番号	設備名	機能
①	サイロ	固化材を備蓄
②	ミキサー	固化材と水を混合攪拌
③	荷重計	固化材の重量管理
④	スクイズポンプ	施工機へ固化材液を圧送
⑤	水槽	水を備蓄(容量1～20m³)
⑥	水中ポンプ	水をミキサーへ圧送
⑦	流量計	施工機へ送るセメントスラリー量を管理
⑧	アジテーター	精製されたセメントスラリーを攪拌し、品質を保持する

※ 施工の仕様により、アジテーターを使用しない場合もある

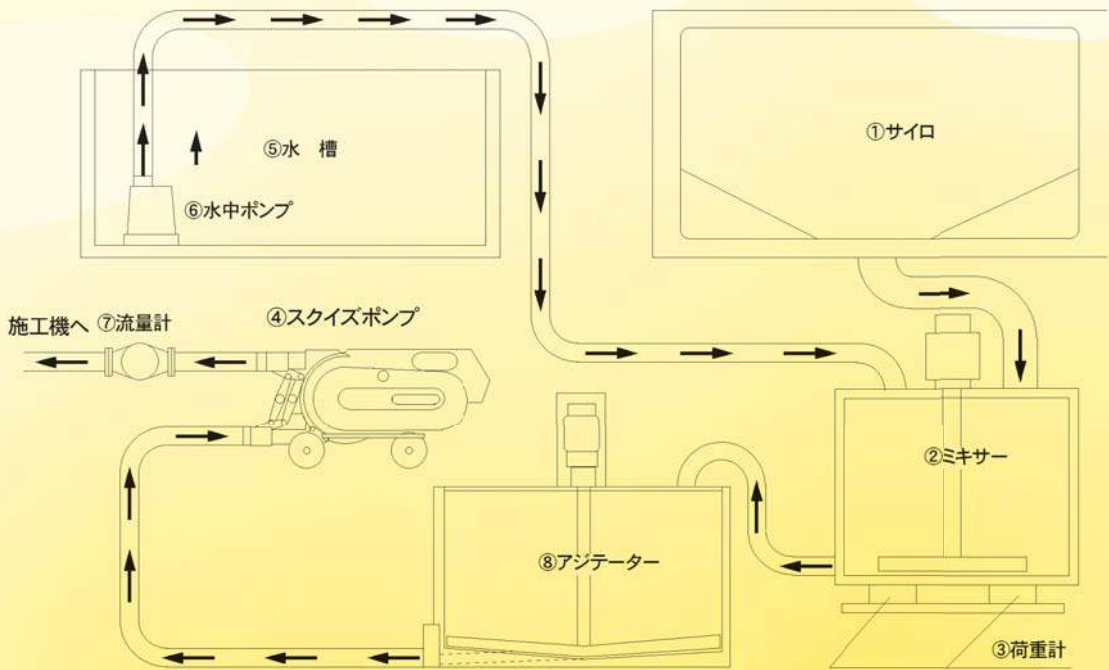


図2-7 プラントセットの概要

●配合計画<スーパー・アイ・マーク、アイ・マーク・ウォール>

本工法では、施工に先立ち、設計基準強度を確保するための配合計画を行う。設計基準強度に適した配合計画の設定方法は、センター指針に準拠し、表3-1に示すFcの各種設定方法から設計基準強度Fcを推定し、適切な配合計画を行う。表3-2にFcの算定式一覧表を示す。

表3-1 Fcの各種設定方法

土質	Fcの設定方法
A	抜取コア材令28日における平均一軸圧縮強さ $\bar{q}_{uf}$ より推定
B	抜取コア材令7日における平均一軸圧縮強さ $\bar{q}_{uf7}$ より推定
C	室内配合材令28日における平均一軸圧縮強さ $\bar{q}_{u128}$ より推定
D	室内配合材令7日における平均一軸圧縮強さ $\bar{q}_{u17}$ より推定
E	既存の資料より推定

表3-2 Fcの算定式一覧表

判別方法	許容応力度設計法	信頼性度設計法
A	$F_c = (1 - 1.3V_{quf})\bar{q}_{ur}$	$F_c = 3 \cdot e^{-0.85 \cdot 3 \cdot \sqrt{V_{quf}^2 + 0.116}} \cdot \bar{q}_{ur} \cdot 0.69$
B	$F_c = (1 - 1.3V_{quf})\bar{q}_{uf7} \cdot \bar{\alpha}_2 \cdot 0.95$	$F_c = 3 \cdot e^{-0.85 \cdot 3 \cdot \sqrt{V_{quf}^2 + 0.116 + V\alpha^2}} \cdot \bar{q}_{uf7} \cdot 0.69 \cdot \bar{\alpha}_2$
C	$F_c = (1 - 1.3V_{quf})\bar{q}_{u128} \cdot \bar{\alpha}_3 \cdot 0.82$	$F_c = 3 \cdot e^{-0.85 \cdot 3 \cdot \sqrt{V_{quf}^2 + 0.116 + V\alpha^3}} \cdot \bar{q}_{u128} \cdot 0.69 \cdot \bar{\alpha}_3$
D	$F_c = (1 - 1.3V_{quf})\bar{q}_{u17} \cdot \bar{\alpha}_3 \cdot \bar{\alpha}_4 \cdot 0.77$	$F_c = 3 \cdot e^{-0.85 \cdot 3 \cdot \sqrt{V_{quf}^2 + 0.116 + V\alpha^3 + V\alpha^4}} \cdot \bar{q}_{u17} \cdot 0.69 \cdot \bar{\alpha}_3 \cdot \bar{\alpha}_4$
E	$F_c = (1 - 1.3V_{quf})\bar{q}_{uc1} \cdot \bar{\alpha}_3 \cdot \bar{\alpha}_5 \cdot 0.63$	$F_c = 3 \cdot e^{-0.85 \cdot 3 \cdot \sqrt{V_{quf}^2 + 0.116 + V\alpha^3 + V\alpha^5}} \cdot \bar{q}_{uc1} \cdot 0.69 \cdot \bar{\alpha}_3 \cdot \bar{\alpha}_5$
	$F_c = (1 - 1.3V_{quf})\bar{q}_{uc2} \cdot \bar{\alpha}_3 \cdot \bar{\alpha}_6 \cdot 0.60$	$F_c = 3 \cdot e^{-0.85 \cdot 3 \cdot \sqrt{V_{quf}^2 + 0.116 + V\alpha^3 + V\alpha^6}} \cdot \bar{q}_{uc2} \cdot 0.69 \cdot \bar{\alpha}_3 \cdot \bar{\alpha}_6$

●配合計画<アイ・マーク>

小規模構造物を対象とした本工法は、表3-5に示す各土質毎の設計基準強度および固化材配合量であれば、配合試験を省略することが出来る。配合試験を実施する場合は、配合試験結果から導きだした適切な配合量とする。

表3-5 アイ・マークにおける標準配合計画

土質	設計基準強度	固化材配合量
砂質土(礫質土含む)	600～1200kN/m²	300kg/m³以上
粘性土	600～1000kN/m²	300kg/m³以上
ローム	600～800kN/m²	350kg/m³以上

●使用固化材・添加剤

表3-6 主な固化材例一覧

主な用途	品種	生産者
標準タイプ 六価クロム 低溶出型 一般軟弱土用	ユースタビラー50、52	宇部三菱セメント(株)
	ジオセット200	太平洋セメント(株)
	タフロック3E	住友大阪セメント(株)
	ハードキープP-530、540	(株)トクヤマ
	ネオセラメントLS、SS	(株)ディ・シイ
高含水土 高有機質土用	ユースタビラー20、30、40	宇部三菱セメント(株)
	ジオセット220	太平洋セメント(株)
	タフロック-4、2000	住友大阪セメント(株)
	ハードキープP-310、730	(株)トクヤマ
	ネオセラメントVS、800S	(株)ディ・シイ

※施工実績のない固化材を使用する場合は事前に配合試験を行う

表3-7 主要な各種添加剤の一覧

用途	添加剤名	添加剤メーカー
硬化遅延剤	ジオリター10、20、30	(株)フローリック
	マスターロックGP300	BASFポゾリス(株)
	レオソイル300K	
分散剤	ジオスパーK、ジオスパーF1	(株)フローリック
	ポゾリスNo.70、レオビルド4000	BASFポゾリス(株)

※上記表に記載されている添加剤銘柄は2016年3月現在のものであり、今後銘柄変更等があった場合は、事前に用途や性能確認を行った上で使用する

表4-2 固化材配合量

構造物の規模	固化材配合量
小規模建築物の場合	砂質土: 300kg/m³以上
	粘性土: 300kg/m³以上
	ローム: 350kg/m³以上
小規模建築物以外	設計対象層による配合試験により設定 200～700kg/m³

表4-3 W/C(水／固化材比)の設定

標準	含水比が大きい(水位が高い)		含水比が小さい(水位が無い)		粘性が強い
	砂質土	粘性土	砂質土	粘性土	
70%	50～70%	55～70%	70～110%	70～120%	60～100%

●品質管理<スーパー・アイ・マーク、アイ・マーク・ウォール>

ソイルセメントコラムの品質管理には、混合攪拌の状況が良好であることを確認する攪拌状況検査と設計で要求されている強度が発現していることを確認する強度検査の2種類がある。この2種類の品質管理を充分に行うことで、本工法の品質を確保することが出来る。以下に管理内容を示す。

①未固化ソイルセメントによる攪拌状況検査

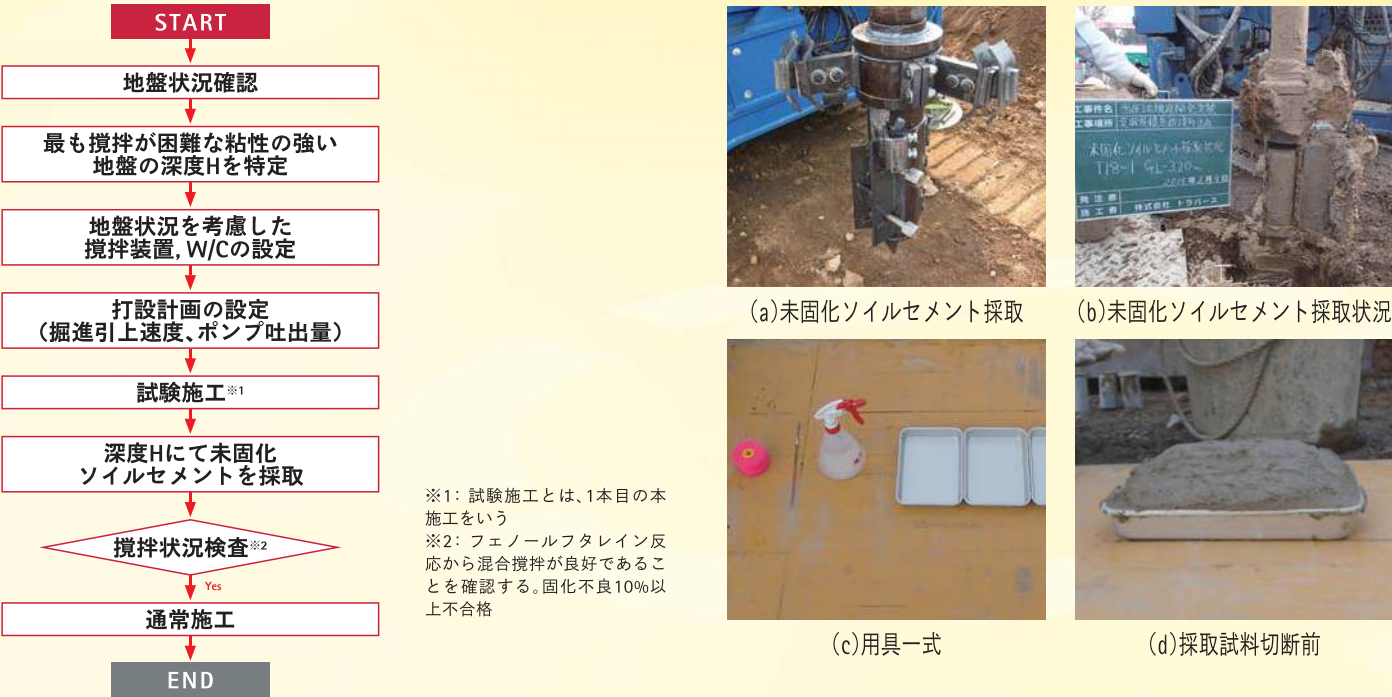


図6-1 未固化ソイルセメントによる品質管理フロー

②攪拌状況検査 全長ボーリングコア供試体による攪拌状況検査

表6-1 コア採取率判定基準

土質	コア全長に対する採取率	コア1mに対する採取率
砂質土	95%以上	90%以上
粘性土	90%以上	85%以上
ローム	90%以上	85%以上

表6-2 コア採取時の確認事項

確認事項	確認方法
固化部分の判定	目視・指圧による硬度確認 フェノールフタレイン散布
固化部分の目安	断面の欠損が全段面の50%未満
採取率の算定	全固化部分長さ／コラム全長

③強度検査 本工法では施工したソイルセメントコラムからボーリングコアによる供試体を採取し、一軸圧縮試験による強度検査を行う。採取頻度等はセンター指針に基づいて決定する。

④強度判定 材齢28日におけるコア供試体の一軸圧縮強度が式6-1を満足していることを確認する。合格判定はN箇所(コア採取箇所数)の一軸圧縮強さの平均値 $\bar{X}_N$ と合格判定値 X_L の大小関係を比較することにより行う。

$$\bar{X}_N \geq X_L = F_c + k_a \times \sigma_d \quad \cdots \cdots \text{式6-1}$$

$\bar{X}_N$: N箇所の一軸圧縮強さの平均値(kN/m²)
 F_c : 設計基準強度(kN/m²)
 σ_d : 設計で想定したコア供試体強度の標準偏差(kN/m²)
 $< \sigma_d = V_d \times qu_d >$
 V_d : 想定した強度の変動係数(粘性土0.238、砂質土0.112)
 qu_d : 想定した強度の平均一軸圧縮強さ(kN/m²)

表6-3 採取箇所数と合格判定係数 k_a

採取箇所数N	1	2	3	4~6	7~8	9~
合格判定係数 k_a	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3

●品質管理<小規模構造物:アイ・マーク>

本品質管理が適用出来る適用範囲は、以下に示す適用構造物、設計基準強度、固化材配合量の全てにおいて、該当するものである。適用構造物を表7-1、設計基準強度を表7-2 および固化材配合量を表7-3 に示す。

①適用範囲

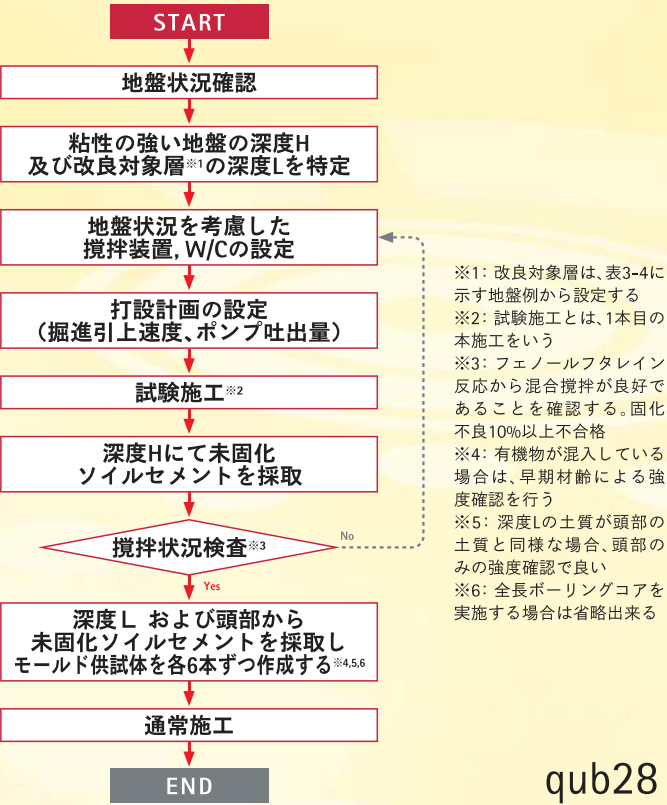


図7-1 小規模構造物による品質管理フロー

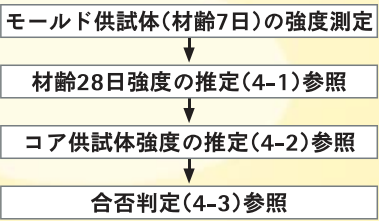


図7-2 モールド供試体による合格判定フロー

表7-1 適用構造物

	用途および条件
小規模構造物	以下の条件を全て満たすもの 地上階:3階以下 建物高さ:13m以下 軒高:9m以下 延べ面積:500㎡以下 擁壁:擁壁高3m以下

表7-2 設計基準強度

土質	設計基準強度
砂質土(礫質土含む)	600~1200kN/㎡
粘性土	600~1000kN/㎡
ローム	600~800kN/㎡

表7-3 固化材配合量

土質	設計基準強度	固化材配合量
砂質土(礫質土含む)	600~1200kN/㎡	300kg/㎡以上
粘性土	600~1000kN/㎡	300kg/㎡以上
ローム	600~800kN/㎡	350kg/㎡以上

$$qub28 = qub7 \times 1.2 \quad \cdots \cdots \text{式7-1}$$

$qub28$: モールド供試体の材齢28日の推定強度(kN/m²)
 $qub7$: モールド供試体の材齢7日強度(kN/m²)

$$X_n = 0.8 \times qub28 \quad \cdots \cdots \text{式7-2}$$

X_n : 推定コア供試体強度(kN/m²)
 $qub28$: モールド供試体の材齢28日の推定強度(kN/m²)

$$X_n \geq X_L = F_c + k_a \times \sigma_d \quad \cdots \cdots \text{式7-3}$$

X_n : 推定コア供試体強度(kN/m²)
 X_L : 合格判定値(kN/m²)
 F_c : 設計基準強度(kN/m²)
 k_a : 合格判定係数
 σ_d : 設計で想定したコア供試体強度の標準偏差(kN/m²)
 $< \sigma_d = V_d \times qu_d >$
 V_d : 想定した強度の変動係数
 qu_d : 想定した強度の平均一軸圧縮強さ(kN/m²)

$$qub28 = 1.5qu3 \text{ (固化材メーカーの実績より)} \quad \cdots \cdots \text{式7-4}$$

$qub28$: モールド供試体の材齢28日の推定強度(kN/m²)
 $qu3$: モールド供試体の材齢3日強度(kN/m²)

$$qub28 = 1.2quk1 \quad \cdots \cdots \text{式7-5}$$

$$qub28 = 1.0quk2 \quad \cdots \cdots \text{式7-6}$$

$$qub28 = 0.9quk3 \quad \cdots \cdots \text{式7-7}$$

$qub28$: モールド供試体の材齢28日の推定強度(kN/m²)
 $quk1$: 50度にて促進養生したモールド供試体の材齢1日強度(kN/m²)
 $quk2$: 50度にて促進養生したモールド供試体の材齢2日強度(kN/m²)
 $quk3$: 50度にて促進養生したモールド供試体の材齢3日強度(kN/m²)