

Fe 石灰工法

TRSP®

Tremor
Reducing
Structure of
Pavement



2008.4

次世代へ継承する路づくり

資源循環型社会を推進する地球にやさしい技術を開発



(株)エフイ石灰工業所 桂川工場

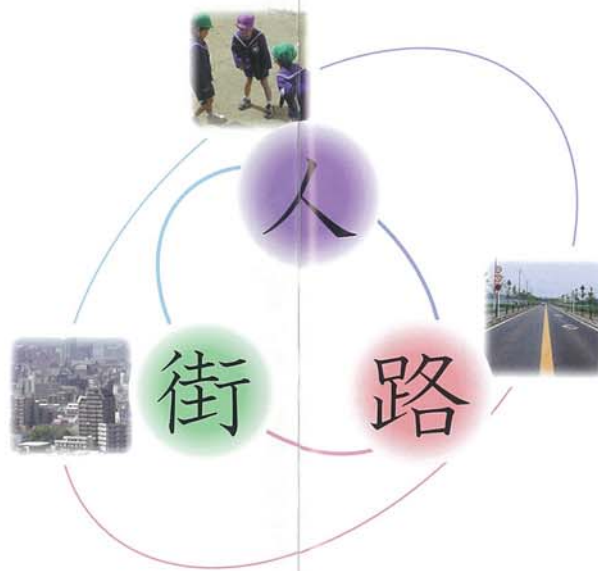


西部水処理センター



東部水処理センター

福岡市の水処理センターで発生する下水泥焼却灰は、土質安定材「Fe石灰」の原料に利用されています。



ごあいさつ

道路舗装は、交通荷重による疲労や自然風化・老化作用によって、何らかの補修や改修が必要となります。それだけに、設計期間の数を供用できる耐久性の高い舗装道路を構築することは、道路行政を司る国や自治体にとっても、極めて重要な課題となっています。

Fe石灰工法が軟弱地盤（路床）の補強工法として誕生してから半世紀が経過しようとしています。この間、私たちは路床構築（補強）の効果を確認しつつ施工実績を重ね、路盤に適用する材料「粒調Fe処理材」を開発（リベースジョイント工法など）し、舗装のさらなる長寿命化やコスト縮減をめざしてまいりました。それとともに、建設廃材や下水污泥焼却灰など多種多様な産業廃棄物の有効活用および低振動舗装による沿道環境保全など、現代社会のニーズに対応すべく、新たな目標に向かっての研究開発にも取り組んでおります。今日では福岡県や佐賀県をはじめとする九州各県にとどまらず、国土交通省九州地方整備局などで標準的舗装工法として採用されるに至っております。

これからも地球環境を考慮した『新たな可能性』を求めて研究開発にとり組み、一步一步進んでまいりたいと存じます。

今後とも一層のご指導ご支援をたまわりますよう、心からお願い申し上げます。

株式会社エフイ石灰技術研究所

代表取締役社長 井 真宏

- ・1997年 農林水産省 Fe石灰工法が「特に優秀な新技術」として認定
- ・2003年 国土交通省 リベースジョイント工法が「NETIS」に登録
- ・2003年 日本環境協会 粒調Fe処理材が「エコマーク商品」に認定
- ・2004年 国土交通省 粒調Fe処理材が路盤に用いる標準的材料として採用
- ・2005年 環境省 粒調Fe処理材が「グリーン購入法」特定調達品目適合商品
- ・2006年 国土交通省 粒調Fe処理材（粒調Fe石灰路盤材）が標準的舗装構成に採用「土木工事積算基準（九州地方整備局）」
- ・2007年 国土交通省 粒調Fe処理材の等価換算係数0.55が認可〔（独）土木研究所回答〕
- ・2007年 国土交通省 粒調Fe処理材が標準的舗装構成に採用「土木工事設計要領（九州地方整備局）」



はじめに — Fe石灰工法とは何か —

Fe石灰とは、厳選された消石灰-Ca(OH)₂-を、製鉄所において鉄鋼より鉄を生産する過程で、溶鉱炉の排気から集産される酸化鉄-Fe₂O₃-を主成分とする微粉末（1,000分の1mm）を加えて混合し製品化した、無機質素材よりつくられている土質安定材です。そして、Fe石灰工法はそのFe石灰を利用した画期的な土質の安定・改良のための工法なのです。

そもそもFe石灰工法が誕生した背景には、実はわが国を覆う「土」との重大なかかわりがあったのです。

日本の土（風化土）は火山性土が多く、多雨湿潤な気候の影響で、長年の間に風化作用も進んでいるため、国土の大半が含水比に大きく影響されやすい酸性土となっています。また、わが国の土は粘土等の微粒子が多く含まれているため、土中の含水比が高くなるにつれて、その性状は不安定化し、特に雪解け時期や梅雨等の長雨の時期には地滑りなどの災害を引き起こす原因になっています。このようなわが国の土壌の特殊性に着目し、その改善を試みるために研究・開発されたのが、Fe石灰工法なのです。

Fe石灰工法とは、具体的には化学反応を利用して土（含有する細粒分・腐植分）の軟弱化を防止し、水に強くすることを目的とするものです。

舗装における石灰安定処理は、1945年にアメリカのテキサス州において、消石灰を利用した粘土層盤の安定化工法として、道路や飛行場建設に適用されたことに始まりますが、テキサス州で使用された方法はそのままの形でわが国には適用できません。それというのも、テキサス州の場合土の80%がアルカリ性土で、化学的にも消石灰を

アルカリ性土に混入する効果は実証されていますが、わが国のような酸性土の場合は条件が異なっていたからです。そこで長年にわたる調査・研究の結果、わが国に適合した工法としてFe石灰工法が誕生したのです。

Fe石灰工法は道路構築工法として、北部九州において、理論式とその実施結果により確立された工法で、工法そのものはサンドイッチ舗装工法に位置づけられています。なお、その構造設計は過去の十分な実績や施工法を考慮して、弾性計算などの方法を用い、舗装構成各部材の弾性係数(E)を設定して、設計輪荷重に対する舗装表面のたわみ量をBurmisterの理論に基づき計算し舗装断面を決定しています。

現在ではその用途も広がり、Fe石灰を山土と均一に混合したもの（Fe石灰処理土）を、①舗装道路等の基盤および路床補強、②軟弱地盤上に構築物を構築する場合の基礎補強、③構築土が降雨等によって浸食されるのを防止することを目的とした表面処理、④不良土を盛土する場合の安定化対策、⑤草木の植生防止や遊歩道・河川敷・グランド等における表面排水処理対策、⑥ダム・溜池の遮水層などの土木工事において、年間約1,279万134万m³（延べ施工実績4,138万m³、平成20年3月末現在）で実施されています。

これらの実績や今日までFe石灰工法（Fe石灰処理土）に起因した破損が皆無であることなど、他に類を見ない工法です。また近年では、泥土処理や農業用の土壌改良材としても注目されています。

Fe石灰はこのように、わが国の土木工事に広く貢献しているのです。

工法とは何か



佐賀空港線

わが国の気候・風土に調和した道路舗装技術

現在、わが国の道路舗装の主流はアスファルト舗装であり、このアスファルトによる舗装技術は最も合理的なものであると思われます。しかし、アメリカに発する現在の舗装技術は、必ずしもわが国の気候・風土に調和したものではないことから、これらを考慮した化学的な技術の一つとして開発したのがFe石灰工法です。

酸性土に覆われたわが国の場合、降雨や地下水の影響によって路床土そのものの性状が軟弱化する傾向にあります。さらに自動車交通の増大と車両の大型化によって、その荷重が路床土に与える影響も大きくなっています。そこで、このような交通荷重に対し、軟弱土特有の沈下を減少し、路床材等の水による疲労、ひいては風化・老化により路床支持力が設計値未満に低下しないように注意し、経済性・施工性・耐久性を考慮して舗装設計の検討を行なうことが重要になってきます。

軟弱路床土の舗装道路設計の場合、最も大切なことは、均質で均等性のある材料と構造で軟弱路床を被覆し、通過車両の荷重を極力分散減少して均等に軟弱路床に伝達させることです。

たとえば、良質土による置換工法の場合は、軟弱路床土が高含水土で置換材が水分を吸収して含水比が増加し、早期に風化・老化して耐久性を確保できなくなることが考えられます。そこで、耐久性を確保するために、置換層に溜まった水はドレーンホース等によって排出しなければならないようになります。しかし、この工法では経済的にも高価となり、舗装厚（掘削量）も大きく、さらに耐久性に乏しいという問題が残ります。また石灰やセ

メントを用いた安定処理工法の場合は、現地用土を路上で混合（路上混合方式）して安定処理を行なうが、元々軟弱路床は高含水粘性土が主のため、均一な混合、均一な強度の確保が困難であり、処理層全厚の均一な転圧効果（有効転圧効果-20cm）を得ることは施工上大変むずかしくなります。

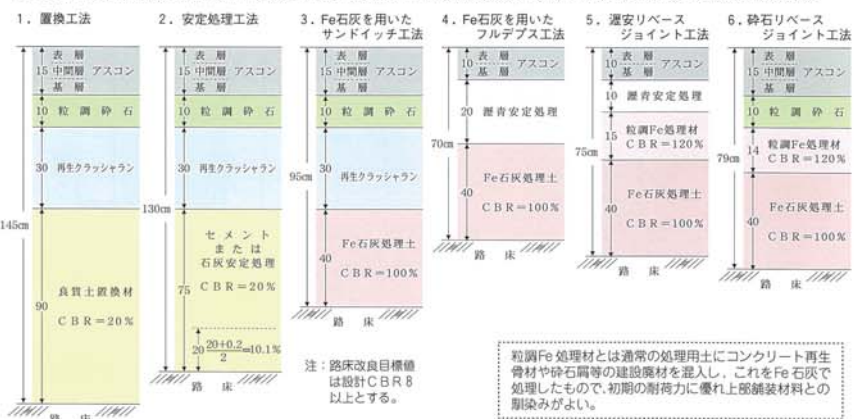
Fe石灰使用によるサンドイッチ舗装工法の場合は、処理用土としても良質土を使用し、処理方法の大半が中央混合であるため、処理土は均一でも均等性のある処理基盤を構築することが可能となり、また土圧分散効果に優れており、通過交通車両の荷重を減少して路床に伝達するために路床土への負担も大変少なくなります。さらに均一なFe石灰処理土で構築された処理層は、含水比の相違、転圧時期の相違、締固め密度の相違、施工後の水による浸食、硬化時に振動を与えた場合の脆性破壊等による強度のバラツキがないため、不同沈下等もなく、均一な盤効果によって、軟弱路床の上でも安定した舗装道路を維持・確保できるわけです。

このように、Fe石灰工法は、わが国の気候・風土に調和した優れた工法といえるでしょう。

 湿害安定処理によるフルドプス工法や粒調Fe処理材によるリベースジョイント工法の構成は、市街地もしくは交通渋滞地区において、早期に施工を行ない一次開放時の粉塵および段差の縮小を目的として使用されています。特に道路交通振動が問題となっている地区においては最も有益な工法といえるでしょう。

砕石によるリベースジョイント工法は、新設や拡幅部に主に用いられ、舗装厚が薄い大型車交通量が比較的に少ない区間では施工性等に優れた構成です。

○交通量区分B：舗装計画交通量1,000台/日以上3,000台/日未満（従来のC交通）区間のCBR0.2%における比較設計例



Fe石灰工法による一般道舗装構成

Fe石灰処理土で路床を構築し、路盤に粒調Fe処理材(2003.9.エコマーク認定)を適用する構成を「リベースジョイント」工法」と称する。本工法はコスト削減に優れ、長寿命・低振動舗装を構築する新技術として国土交通省「NETIS」に登録。

交通量区分N1(舗装計画交通量T<15)の場合の標準的な処理厚	区間のCBR% 処理土のCBR%					
	0.1~0.5未満	0.5~1.0未満	1.0~1.5未満	1.5~2.0未満	2.0~2.5未満	2.5~3.0未満
Fe石灰処理厚	60%	35cm	30cm	25cm	20cm	15cm
70%	35cm	25cm	20cm	15cm	10cm	10cm
80%	30cm	25cm	20cm	15cm	10cm	10cm
90%	30cm	25cm	20cm	15cm	10cm	10cm
100%	30cm	25cm	20cm	15cm	10cm	10cm

●拘束層上の平均弾性係数 = 平均CBR×9.81 = 39.2MPa以上

交通量区分N1(舗装計画交通量T<15)の場合の計画舗装目標値	区間のCBR% 処理土のCBR%					
	0.1~0.5未満	0.5~1.0未満	1.0~1.5未満	1.5~2.0未満	2.0~2.5未満	2.5~3.0未満
Fe石灰処理厚	60%	40cm	35cm	30cm	25cm	20cm
70%	40cm	35cm	30cm	25cm	20cm	20cm
80%	35cm	30cm	25cm	20cm	20cm	20cm
90%	35cm	30cm	25cm	20cm	20cm	15cm
100%	35cm	30cm	25cm	20cm	20cm	15cm

●拘束層上の平均弾性係数 = 平均CBR×9.81 = 58.8MPa以上

交通量区分N2(舗装計画交通量100≦T<3,000,従来のA,B,C交通)の場合の標準的な処理厚	区間のCBR% 処理土のCBR%					
	0.1~0.5未満	0.5~1.0未満	1.0~1.5未満	1.5~2.0未満	2.0~2.5未満	2.5~3.0未満
Fe石灰処理厚	60%	45cm	40cm	35cm	30cm	25cm
70%	45cm	40cm	35cm	30cm	25cm	25cm
80%	40cm	35cm	30cm	25cm	20cm	25cm
90%	40cm	35cm	30cm	25cm	20cm	25cm
100%	40cm	35cm	30cm	25cm	20cm	20cm

●拘束層上の平均弾性係数 = 平均CBR×9.81 = 78.4MPa以上

交通量区分N4(舗装計画交通量100≦T<250,従来のA交通)の場合の計画舗装目標値	区間のCBR% 処理土のCBR%					
	0.1~0.5未満	0.5~1.0未満	1.0~1.5未満	1.5~2.0未満	2.0~2.5未満	2.5~3.0未満
Fe石灰処理厚	60%	40cm	35cm	30cm	25cm	20cm
70%	40cm	35cm	30cm	25cm	20cm	20cm
80%	40cm	35cm	30cm	25cm	20cm	20cm
90%	40cm	35cm	30cm	25cm	20cm	20cm
100%	40cm	35cm	30cm	25cm	20cm	20cm

●拘束層上の平均弾性係数 = 平均CBR×9.81 = 78.4MPa以上

交通量区分N6(舗装計画交通量1,000≦T,従来のC,D交通)の場合の標準的な処理厚	区間のCBR% 処理土のCBR%					
	0.1~0.5未満	0.5~1.0未満	1.0~1.5未満	1.5~2.0未満	2.0~2.5未満	2.5~3.0未満
Fe石灰処理厚	60%	55cm	50cm	45cm	40cm	35cm
70%	50cm	45cm	40cm	35cm	30cm	35cm
80%	45cm	40cm	35cm	30cm	25cm	30cm
90%	45cm	40cm	35cm	30cm	25cm	30cm
100%	45cm	40cm	35cm	30cm	25cm	30cm

●拘束層上の平均弾性係数 = 平均CBR×9.81 = 117.7MPa以上

交通量区分N7(舗装計画交通量1,000≦T,従来のC,D交通)の場合の計画舗装目標値	区間のCBR% 処理土のCBR%					
	0.1~0.5未満	0.5~1.0未満	1.0~1.5未満	1.5~2.0未満	2.0~2.5未満	2.5~3.0未満
Fe石灰処理厚	60%	55cm	50cm	45cm	40cm	35cm
70%	50cm	45cm	40cm	35cm	30cm	35cm
80%	45cm	40cm	35cm	30cm	25cm	30cm
90%	45cm	40cm	35cm	30cm	25cm	30cm
100%	45cm	40cm	35cm	30cm	25cm	30cm

●拘束層上の平均弾性係数 = 平均CBR×9.81 = 117.7MPa以上

注1)①上表中の「1」は1日あたり的大型交通量(1日につき台)を示す。②舗装計画交通量100≦T<250および1,000≦T<3,000(従来のA-C交通)は、上表中で構築して構成を記載しているが、現場状況・経済状況より判断して何れが適当な構成を用いる。③目標値以上の平均弾性係数の確保を基本として状況により適当な構成を用いること。④T法によりFe石灰処理土を路盤材として用いる場合の標準換算係数は、路上割合α=0.45、中央割合α=0.55とする。⑤粒調Fe処理材(粒度調整Fe石灰処理材)とは、コンクリート骨主材や砂石等の建設用材料を土に一定量混入し、粒度を調整して処理したもので、初期の耐摩耗力や摩耗抵抗力が大きく、また、耐久性および耐凍融性に優れた路盤用材料である。⑥表中の単位は、層厚:大粒径、粒調砕石と粒調Fe処理材によるリベースジョイント工法の舗装設計厚。 ●処理厚はcm

設計CBR3以上の路床に適用する場合の設計簡便表	設計CBR		路床弾性係数		
	6	8	58.8MPa	78.4MPa	117.7MPa
路床弾性係数	6	8	58.8MPa	78.4MPa	117.7MPa
処理土のCBR(%)	60	70	80	90	100
区間のCBR(%)	60	70	80	90	100
3.0~3.5未満	15	15	15	15	15
3.5~4.0未満	15	15	15	15	15
4.0~4.5未満	20	20	20	20	20
4.5~5.0未満	10	10	10	10	10
5.0~5.5未満	15	15	15	15	15
5.5~6.0未満	10	10	10	10	10

注2)①設計CBR3以上の路床を、任意に高い支持力に構築する場合は、弾性計算により個別に処理土の層厚を決定することもできる。ただし、支持力の目標値は上記の各舗装計画交通量別の標準の拘束層上面における平均弾性係数以上とし、処理土層厚は算定層厚を5cm単位に切り上げて設計する。

リベース工法による舗装構成 (一般的な舗装構成を含む)

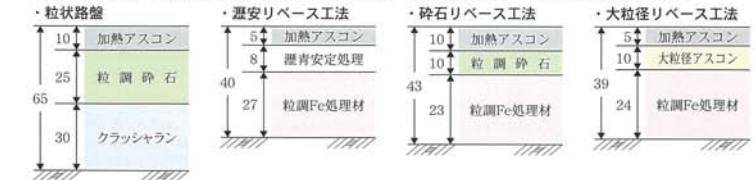
路床構築や改良の必要がない良質路床で、路盤に粒調Fe処理材を適用する構成を「リベース工法」と称する。本工法は路床構築を伴うリベースジョイント工法と同等の性能を発揮する。

設計CBR	交通量区分N3 舗装計画交通量(台/日) 40≦T<100 (従来のL交通)										目標値	設計値	設計値	
	表層+基層 加熱アスコン	基層+上層路盤 大粒径アスコン	上層路盤 層安定処理	路盤 粒調砕石	路盤 水硬性鉄鋼スラグ	粒調Fe処理	下層路盤 クラッシュラン	下層路盤 切込砕石	TA	H				
(2)	5	5	5	20	15	10	20	17	17.0	45	17.0	35	17.3	31
3	5	5	5	15	10	10	20	15	15.2	40	15.5	35	15.1	27
4	5	5	5	10	10	10	15	14	14.0	35	14.2	30	14.0	25
6	5	5	5	10	10	10	10	12	12.2	30	13.0	25	12.2	20
8	5	5	5	10	10	10	10	11	11.0	25	11.0	25	11.0	25

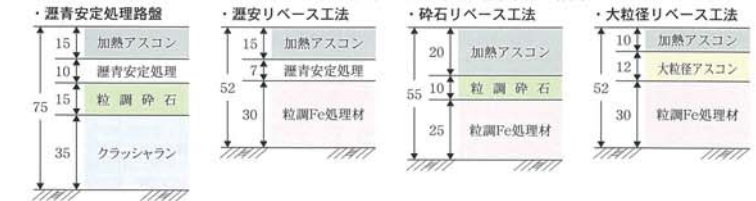
設計CBR	交通量区分N4 舗装計画交通量(台/日) 100≦T<250 (従来のA交通)										目標値	設計値	設計値	
	表層+基層 加熱アスコン	大粒径アスコン	層安定処理	粒調砕石	水硬性鉄鋼スラグ	粒調Fe処理	下層路盤 クラッシュラン	下層路盤 切込砕石	TA	H				
(2)	5	5	5	25	20	18	20	21	21.2	60	21.0	45	21.3	31
3	5	5	5	15	15	14	25	19	19.5	45	19.1	27	19.5	25
4	5	5	5	10	10	10	20	18	18.2	40	18.3	26	18.4	33
6	5	5	5	10	10	10	10	16	16.0	36	16.1	22	16.2	29
8	5	5	5	10	10	10	10	14	14.0	35	14.2	30	14.0	25
12	5	5	5	10	10	10	10	13	13.5	35	13.0	25	13.3	23

○リベース工法の比較設計例

・交通量区分N5 舗装計画交通量250以上1,000未満 (従来のB交通) 路床条件: 設計CBR3



・交通量区分N7 舗装計画交通量3,000以上 (従来のD交通) 路床条件: 設計CBR6



成長するFe石灰工法—振動低減

・長期供用・コスト縮減の調和を目指す。

福岡県・佐賀県を中心に、新設コストの縮減に続いて長期供用性の確認に基づくライフサイクルコストの縮減を実証するために、リベースジョイント工法やリベース工法を用いた試験施工が、重交通路線を選択して10路線以上で行われ、追跡調査が現在も継続して実施されています。

試験区間の路面性状は良好で、FWD等による調査・解析では10年を超える長期供用が期待できライフサイクルコストの縮減も達成された構成（材料）であることが証明されています。

一般国道322号（福岡県田川郡香春町地内）の試験施工および追跡調査の事例は、切削オーバーレイを短期間に繰り返すことで供用されてきた区間であるため、耐流動対策から再生大粒径アスコンとFe石灰系処理材の組み合わせで、一部舗装要綱等とも異なる考えのもとに設計・施工されたものです。現在、この区間で流動わだち掘れの発生はなく当初の目的は達成しており、新設コストは切削オーバーレイより高額ですが、修繕が必要ないのでトータルコストはかなり縮減されています。

本例は、現在も継続して試験施工が行われており、福岡県におけるコスト縮減・長寿命舗装の試験施工の代表例として全国誌で紹介されています。

また、追跡調査では、FWD調査と路面性状調査等に加え、低周波起振機を使用した、振動レベルについても調査しています。

道路交通振動は、路面の凹凸を車両が走行する際の、路面に加わる過渡的な力により発生する振

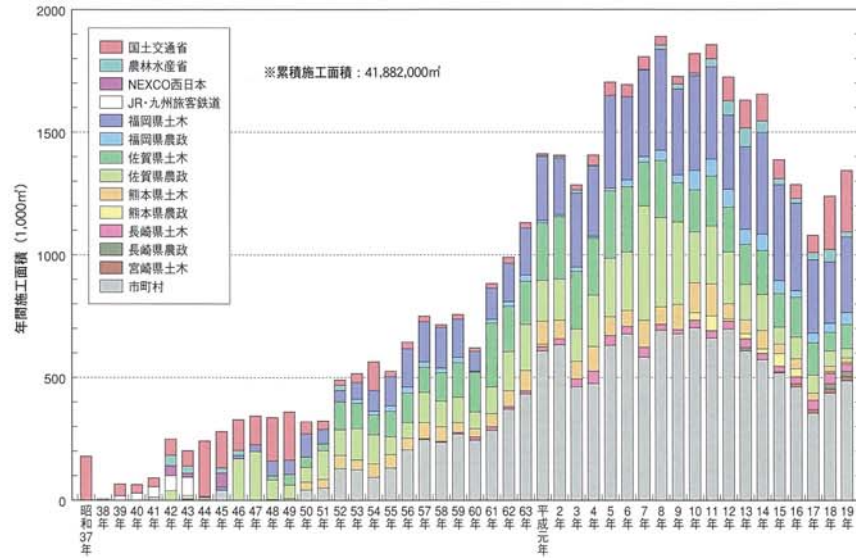
動が最も大きいことから、道路舗装による振動対策は、平坦性を良好に保つことのみにおかれ、車両走行による加振力や路面たわみの大きさと復元時間の影響等、他の原因の抑制に必要な舗装構造・材料については特に検討されません。

本例における振動レベルの測定では、路面たわみ量と舗装体内部の減衰抵抗が密接に関係していることが明らかになり、設計上同性能で路面の凹凸が同じであっても、舗装構造・材料の違いで振動レベルは異なる結果となりました。紹介する舗装構成と、道路交通振動との関係では、構築路床の支持力が最小である区間Dの振動レベルが最も小さい結果となり、FWD路面たわみ量と起振機振動レベルの関係では、硬質な水硬性スラグ路盤を残存させた区間Cのたわみ量が最小ですが、振動レベルは区間Eが最小となり、振動は何れもFe石灰系処理材が厚い区間が、最も小さい結果となりました。

このことから、舗装材料であるFe石灰系処理材の振動吸収効果や、リベースジョイント工法の振動分散効果が高いことが推測され、世界的にも類を見ない舗装構造・材料による振動抑制技術として専門図書や全国誌で紹介されるとともに、平成13年2月には、本例と同様の舗装構成で試験施工が行われた国道204号において、JICAよりブラジリア大学教授他による振動レベル調査の現場視察が行われています。



福岡208号 有明海沿岸道路 施工状況



小倉小松線立体交差（佐賀）



福岡国際会議場・サンパレス前



国道201号（福岡）



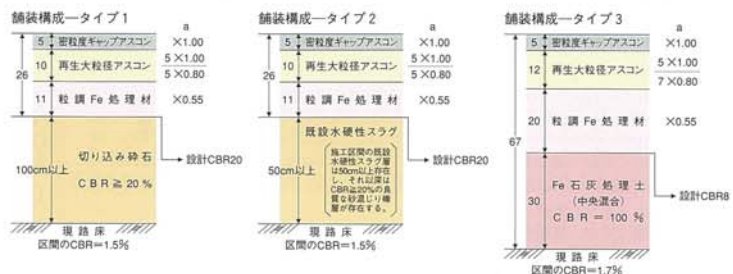
福岡都市高速道路1号線（百道）／半地下構造区間

既定概念を変えるFe石灰工法の

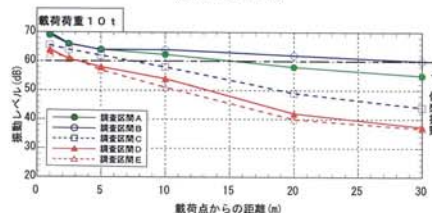
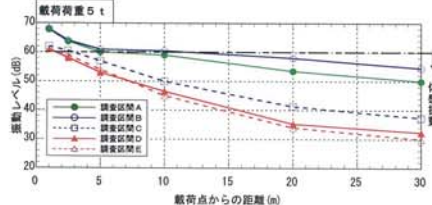
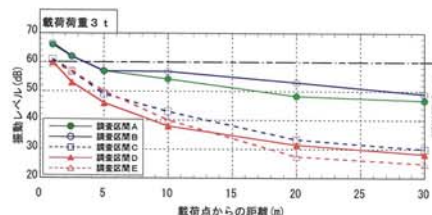
国道322号 試験施工

キーワード：新材料、新技術、長寿命化、低振動、環境保全、トータルコスト削減

- 調査区間A：平成10年度施工（舗装構成タイプ1：切り込み砕石による路床構築）
- 調査区間B：平成11年度施工（舗装構成タイプ1：切り込み砕石による路床構築）
- 調査区間C：平成11年度施工（舗装構成タイプ2：水硬性スラグ等による路床構築）
- 調査区間D：平成12年度施工（舗装構成タイプ3：Fe石灰処理土による路床構築）
- 調査区間E：平成12年度施工（舗装構成タイプ3：Fe石灰処理土による路床構築）



の振動低減効果



起振機振動による振動レベル測定結果

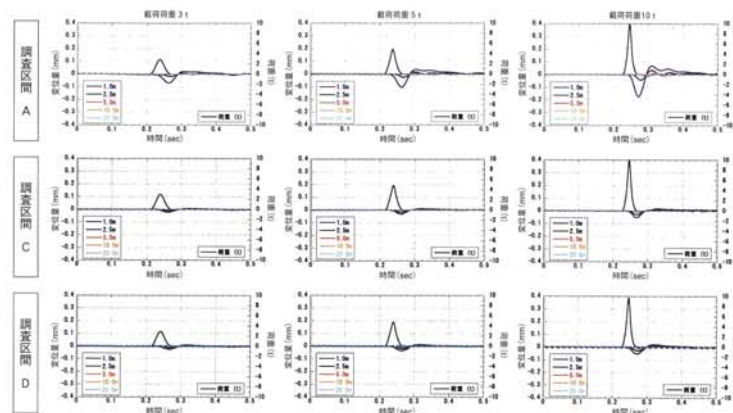
起振機による振動レベル測定



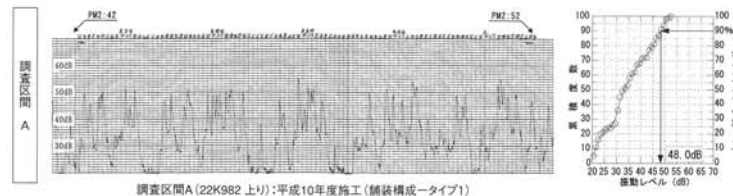
起振機による変位量測定



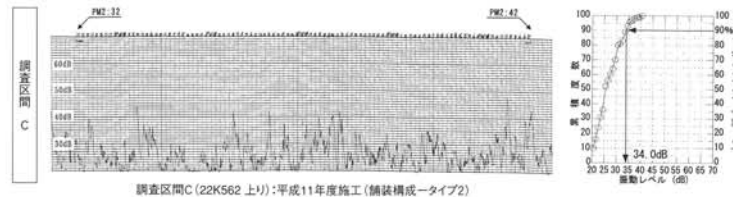
舗装構造により変わる振動波形



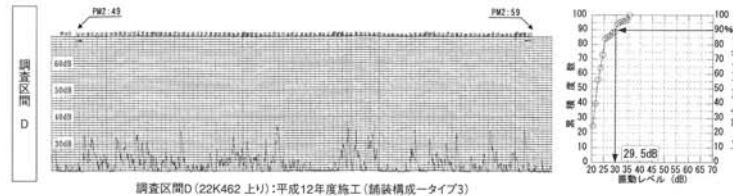
起振機振動による変位量測定データ



調査区間A (22K982 上り):平成10年度施工(舗装構成タイプ1)



調査区間C (22K562 上り):平成11年度施工(舗装構成タイプ2)

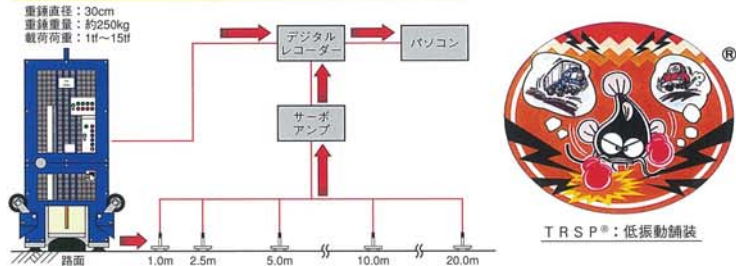


調査区間D (22K462 上り):平成12年度施工(舗装構成タイプ3)

際立つFe石灰系処理材の振動低減効果。

Fe石灰工法の性能確認—低周波起振機・FWD測定機。

起振機を用いた振動測定概要図



TRSP®: 低振動舗装

* 処理材の衝撃緩和特性・振動抑制舗装・舗装構造の評価、解析に関する新技術 *

◎起振機に関する特許

名称：地盤の振動特性検出方法およびその装置
 登録：1997年11月 Pat.No.5,684,249 (米国)
 1999年2月 特許第2890296号 (日本)

概要：重錘落下により、自動車が行走することで発生する振動を、任意の荷重1ton(14.1t/m²)~15ton(212.2t/m²)を繰返しの載荷によって再現することを特徴とする機械(起振機)を用いる振動測定法で、路面の平坦性や線形等の環境要素に影響されない舗装自体の振動に対する評価方法

◎振動抑制舗装工法に関する登録

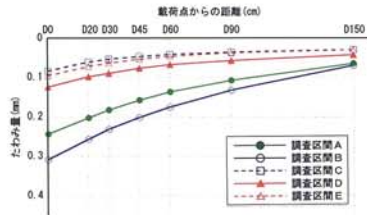
名称：TRSP® (Tremor Reducing Structure of Pavement)……低振動舗装工法
 登録：1998年8月 登録第4181336号 (商標)

概要：車両走行により発生する道路振動を抑制する舗装構造

FWDたわみ調査結果

測定条件：舗装表面温度8.3℃

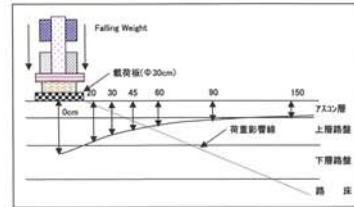
調査区間	たわみ量(mm)						
	D0	D20	D30	D45	D60	D90	D150
A	0.244	0.203	0.183	0.158	0.137	0.108	0.065
B	0.309	0.257	0.232	0.202	0.176	0.133	0.070
C	0.084	0.061	0.054	0.047	0.042	0.036	0.030
D	0.125	0.099	0.090	0.077	0.068	0.058	0.043
E	0.096	0.073	0.064	0.054	0.047	0.038	0.030



FWDたわみ量測定



FWDたわみ調査機の概略



自然のバランスを崩さず、自然と常に調和する。

本来、締固めた土の強度は、その土の含有粘土量と性質・性状に左右されるといわれています。最適使用量のFe石灰により処理された土は、その含有粘土分が水による影響を受けることなく、繰返し荷重による土の不安定化を防止して、耐久性に優れた土に生まれ変わります。Fe石灰工法はこのように自然にある素材に化学的変化を引き起こし、安定化させていく方法であるために、他の安定処理工法などに比べ、自然のバランスを損なうことが少なく、自然と常に調和した工法だといえるでしょう。

そこで、一般のアスファルト道路舗装の基礎工法としてだけでなく、このようなFe石灰の持つ特性を利用したさまざまな活用方法が考えられるわけです。

自然の景観を損なうことのない遊歩道設計

たとえば、森林をぬって小川のせせらぎに耳を

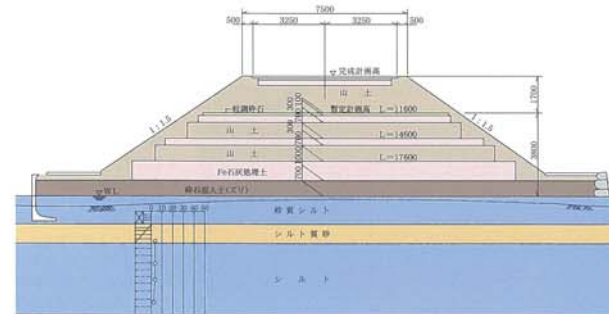
傾け、歩を進める遊歩道。この設計にも実はFe石灰工法が用いられているのです。Fe石灰で処理された土は均質で均等性のある処理基盤を形成するために、歩行性を損なうことのない歩道を作ることができます。また、表面の排水処理対策や、草木の植生防止にもつながり、決して自然の景観を損なうことのない、快適な遊歩道を作ることができます。

農道をはじめとしてあらゆる道路設計に活用できるFe石灰

Fe石灰工法は、軟弱路床土を攪乱することなく均質で均等な処理層を構築することができるため特に軟弱な耕作土が路床となる水田における農道の構築にもその効力を発揮します。また、高速道路等の道路構築盛土の設計においてもその基礎構造にFe石灰工法を用いることにより、高耐久性の層を築き、盛土の降雨や振動による崩壊を防いで均一な路面を確保することができます。



佐賀城本丸歴史館



設計条件/基礎
 工種/道路構築盛土
 盛土の基礎部分にFe石灰工法を用いることによって、軟弱地盤上に安定した盛土を築くことが可能となります。また構築盛土そのものの崩壊や沈下等も防止できることから、安定性を維持することができます。

佐賀県北茂安町

さらに環境設計の一翼も担うFe石灰工法

Fe石灰工法は、Fe石灰を良質の自然土と混合して用いるために、二次公害の心配もなく安心して使用できます。また、その耐久性や経済性から、近年では道路舗装以外にも幅広く活用されています。その中でも特に注目されるのが、環境保全事業やそれに関連するさまざまな環境設計計画にFe石灰工法が使用されていることです。

河川敷や河川の護岸整備に

Fe石灰工法は耐水性が高いため、河川敷での道路構築や河川の護岸の基礎工法、あるいは堤防等において降雨や河川水による構築物の浸食防止のための表面処理被覆工に使用されています。

野外運動施設や公園設計に

Fe石灰工法は、均質かつ均等な処理層を構築できるため、表面の平坦性や均一性の保持が容易で、植生防止や排水対策にも活用できることから、グラウンド、テニスコート等の野外運動施設や公園その他の造園計画にも多く採用されています。

特に野外運動施設の場合、降雨時の排水処理が重要な問題となりますが、Fe石灰工法を用いた場合は処理層が遮水層として機能するので円滑な排水処理が可能となり、グラウンド・コンディションを常にベストに保つことができます。

さらに泥土処理材、土壌改良材としても注目

生石灰系のFe石灰ハードを使用し、含水比を

低下させて処理する方法により、泥土や腐植土を安定化し、有機臭を減少させ、盛土材や埋戻し材としての再利用を行っています。

また、特に農業用として、酸性土等の土壌改良材としても注目されています。

軟弱地盤の補強や、軟弱土の盛土の安定強化対策にも

Fe石灰工法は、軟弱地盤を均一な層で補強・被覆し、構築物を構築するための基礎工事や、軟弱土を盛土する際の安定化対策、あるいは干拓堤防の被覆等にも適用されています。

また、河川における河川堤防盛土構築のための基礎としても重要な役割を果たしています。

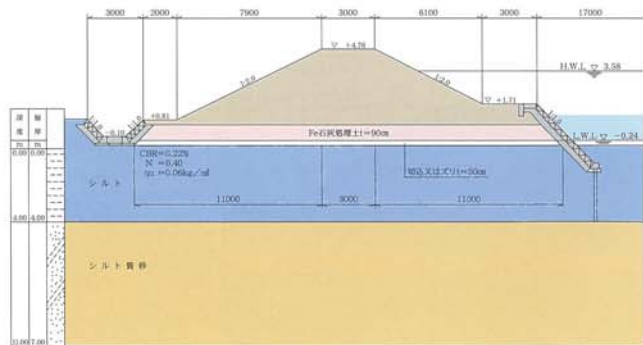
まさに、Fe石灰工法は軟弱地盤改良のための最良手段といっても過言ではないでしょう。

Fe石灰工法は、わが国でも有数の軟弱地盤地帯である佐賀低平地で数多くの施工実績があり、軟弱地盤に対して有効な工法として知られています。

佐賀低平地の超軟弱な地盤上に、帯状に連結した道路等の構築物を構築する場合に最も重要なことは、超軟弱な現地盤を攪乱せずに、均質かつ均等な処理層で補強・被覆することです。

処理層が不均一な場合には、不同沈下を引き起こし、その沈下が長期間進行します。

Fe石灰工法は、現地盤を乱すことなく、均質かつ均等な処理層が構築でき、さらに、完全な被覆が可能のため、安定性に優れた耐久性の高い基礎を築くことが可能となります。



大分県木立川

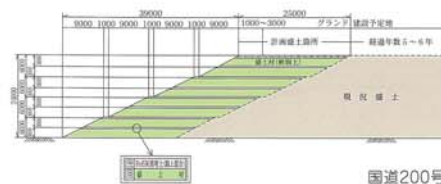
設計条件/基礎
工 種/河川堤防盛土
河川堤防における堤体盛土構築の場合、遮水性を得るため粘性土系の盛土材を用いますが、河床レベルでは地下水流等に浸食されやすいため、均一なFe石灰処理土により基礎を構築することで、堤体盛土の安定をはかることができます。

技術が不可能を可能にする

Fe石灰工法はさまざまな分野で活用されていますが、その他にも土木工事における基礎工の概念を変える画期的な利用方法が考案されています。

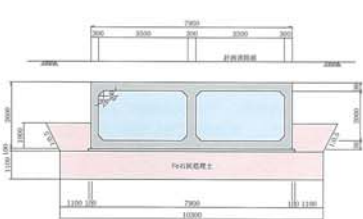
Fe石灰工法は、あらゆる構築物の基礎構築における構造上の利点が評価され、加えて経済的であることから、近年特に注目を集めています。

Fe石灰工法は、自然土を物理化学的に安定強化させる工法であり、他の工法と比較しても耐久性に優れ、また均質かつ均等な処理層が構築できるため風化・浸食に強く、専門技術者による徹底した技術指導のもとに均一な処理が行われることから、二次公害の心配もありません。



国道200号

設計条件/盛土の安定
工 種/軟弱土の盛土
軟弱土を盛土する場合、その盛土材をFe石灰処理土でサンドイッチすることによって、盛土体の安定をはかることができます。



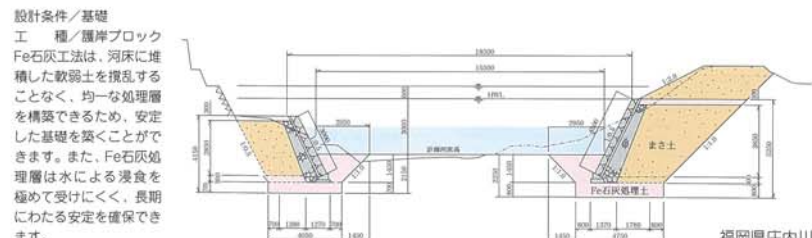
博多区上牟田町

設計条件/基礎
工 種/カルバート涵渠
湧水の多い場所でカルバート涵渠などを施工をする場合、均一なFe石灰処理土で基礎を構築することにより、より安定した構築物を築くことが可能となります。



長崎県対馬市

設計条件/基礎
工 種/多数アンカー式補強土壁工法
軟弱な地盤や水辺に設置されるテールアルメの基礎にも、水による浸食防止や盛作用による不同沈下を防止するためにFe石灰工法は活用されています。



福岡県庄内川

設計条件/基礎
工 種/護岸ブロック
Fe石灰工法は、河床に堆積した軟弱土を攪乱することなく、均一な処理層を構築できるため、安定した基礎を築くことができます。また、Fe石灰処理層は水による浸食を極めて受けにくく、長期にわたる安定を確保できます。

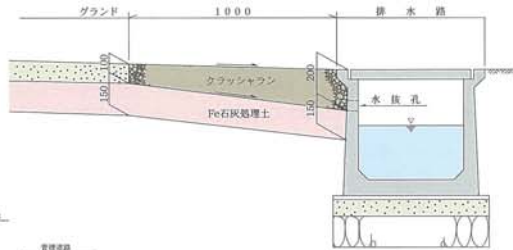
超軟弱地盤への挑戦。

Fe石灰による構造物基礎

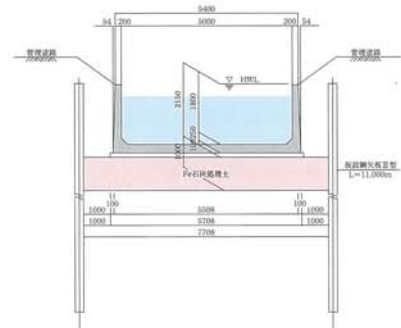
設計条件/排水

工種/野外体育施設

Fe石灰工法によってグラウンドの表面排水を行なう場合、Fe石灰処理層が透水層となり、効率のよい排水効果を生みだし、グラウンド・コンディションを整えます。



佐賀県中部学区

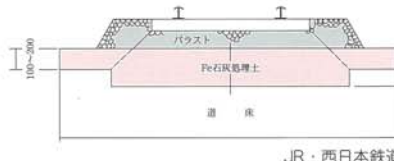


遠賀町高瀬排水路

設計条件/基礎

工種/コンクリート三面水路

コンクリート三面水路施工の場合にもFe石灰工法は適用されています。従来の工法に比べて、施工工程の簡略化による経済性だけでなく施工性にも優れています。



JR・西日本鉄道

設計条件/基礎

工種/鉄道路線

鉄道路線の基礎構築に、Fe石灰処理層による均一かつ均等な処理層を形成し、鉄道路線に常に問題となる噴泥を防止します。また振動が少なくなり、列車の乗り心地もよくなり、快適な運行をサポートします。

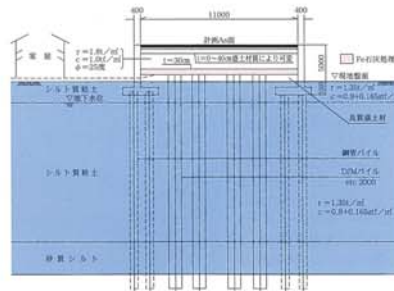


人吉市水道局

設計条件/基礎

工種/貯水槽

Fe石灰工法は、貯水槽のように特に均等性を必要とする基礎構築には最適な工法だといえます。またFe石灰処理層は、水による浸食も受けにくく不同沈下も起こらないため、十分な安定性が確保できます。



県道武雄・福富線

設計条件/基礎

工種/機関沈下防止

軟弱地盤で基礎による基礎工を適用する場合、土質状態によっては機関の沈下を引き起こすことがあります。そこでスラブ状にFe石灰処理層を設けることにより機関の地盤沈下を抑制することが可能となります。

新たな基礎構築技術。



福岡市下水道局

設計条件/基礎

工種/ダクタイル鋳鉄管

(φ1200鋳鉄管1連の場合)
ダクタイル鋳鉄管などの特に軟弱地盤への埋設における基礎構築にもFe石灰工法は適用されています。地下水による浸食を受けにくく安定した鋳鉄管の設置が可能です。

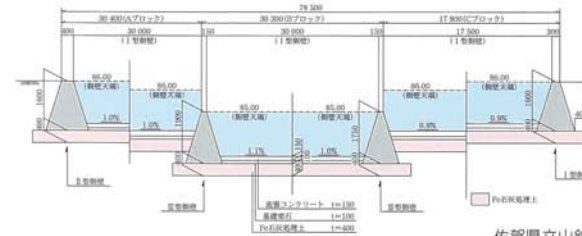


熊本市水道局

設計条件/基礎

工種/ダクタイル鋳鉄管

(φ900鋳鉄管2連の場合)

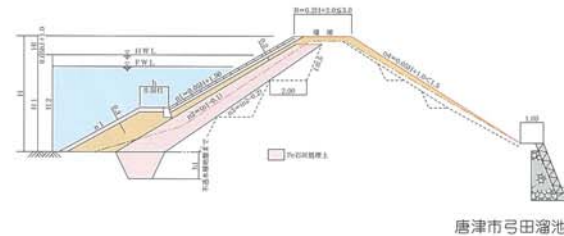


佐賀県立山鉱山

設計条件/基礎

工種/ボタ山沈砂地

ボタ山のように不均一な地盤条件においても、地盤の補強と安定化をはかることができます。

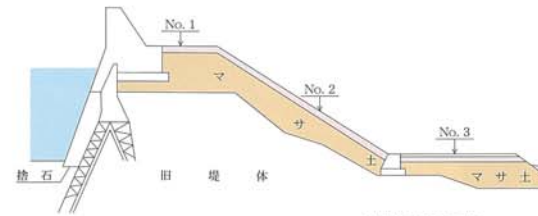


唐津市弓田溜池

設計条件/治水

工種/ダム

フィルダムなどの堤体盛土およびダム底からの漏水防止にもFe石灰工法は適用されています。Fe石灰処理土で堤体盛土やダム底を被覆することによって、完全な透水層が構築され、浸食や漏水を防止することができます。またダム底も完全な透水層として機能するために、ダム底そのものの強度も損なわれず、泥土化することがありません。



佐賀県有明干拓

設計条件/被覆

工種/干拓堤防被覆

干拓堤防構築において、降雨などによる浸食を抑制し、堤体盛土全体の安定性を維持する手段として、Fe石灰工法は有効です。

参考：完成年度に表層アスコン舗装を行なう。

◎法面保護並びに舗装基礎設計断面(単位:cm)

No.1 (天端)	No.2 (法面)	No.3 (小段)
12 Fe石灰処理土	12 Fe石灰処理土	12 Fe石灰処理土
10 Fe石灰処理土	10 Fe石灰処理土	10 Fe石灰処理土

施工厚	材料
天端……6cm	密粒度アスコン
法面……6cm	トベカ
小段……設計交通量に応じる	

新技術:高水位・泥土箇所における地盤強化工法

— 排水処理を必要としない構造物基礎施工 —

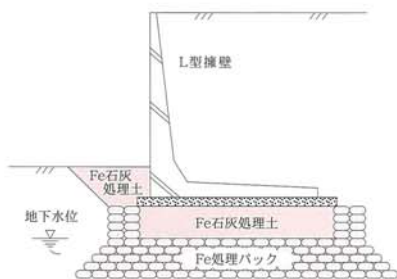
掘削面



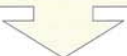
Fe処理バツクの敷きならべ



Fe石灰処理土の敷きならし・転圧①



Fe処理バツクは、Fe石灰処理土が入った土のうで、これを用いることによって、湧水や地下水位が高い地盤および泥土箇所において、排水処理を必要としない構造物の基礎施工を可能とします。



L型擁壁の設置



Fe石灰処理土の敷きならし・転圧②



徹底したプラント管理とすぐれた技術指導

Fe石灰は製品としては、25kg袋、750kgフレコン袋、バラの3種類がありますが、Fe石灰工法そのものが、化学反応を利用した特殊工法であるため、施工および品質管理には特に慎重をきしています。品質管理には厳しい管理基準を設け、施工に際しても徹底した技術指導を行ない、Fe石灰工法の特性を100%引き出せるようにしています。

さらに、原則としてFe石灰処理土の製造は、中央混合を主とし、そのために徹底したプラント管理を行ない、混合処理が均一で、しかも強度的にも均等性のある処理層が構築できるように、常に万全の体制で望んでいます。

このように、すぐれた製品をユーザーに常時安定供給できるように管理体制も整え、また、施工に関する技術指導を行なうことによって、はじめFe石灰工法は明日の技術にならう工法として生

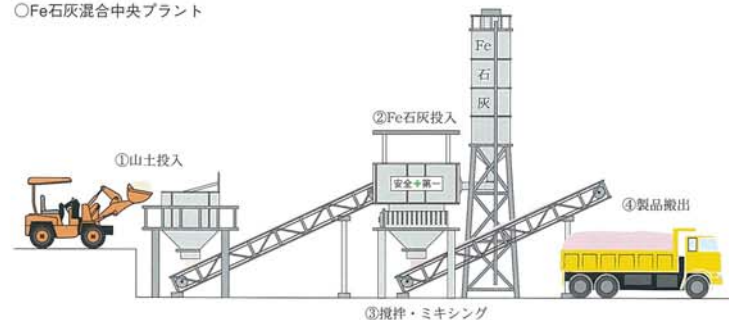
かされてくるのです。

なお、現地路床土が優良土の場合に限り、現地混合も行なうことが可能です。これについてもFe石灰技術研究所の指導のもとに、Fe石灰工法の利点を損なうことなく施工することができます。

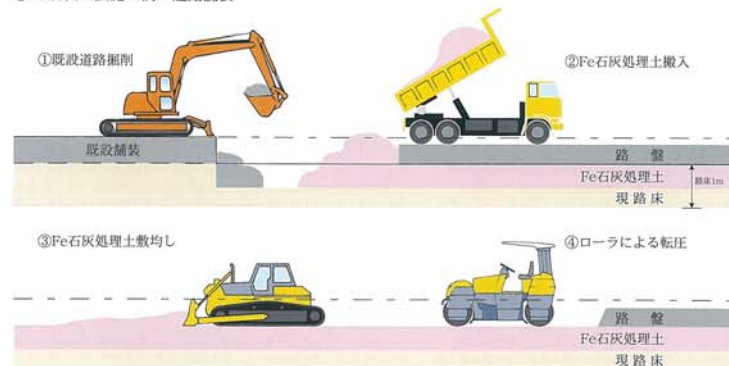
また、Fe石灰工法を用いて計画検討をされる際の基本設計および施工についての具体的な説明や指導も行っていますので、お気軽にお問い合わせ下さい。施工プランに応じた的確で、より効果的なFe石灰工法の活用方法をご説明致します。

Fe石灰技術研究所は常に先端技術の研究・開発にとり組み、最新の理論と方法に基づいた新たな技術によって、未来に大きく貢献していきたいと考えております。Fe石灰技術研究所は常に明日を見つづけているのです。

○Fe石灰混合中央プラント



○Fe石灰工法施工例一道路舗装



Fe石灰工法の関連特許

○産・学・官の共同研究開発

●土質を安定する方法●地滑り防止法●ソイルアスファルトコンクリート●軟弱路床における舗装道路構築法●化学処理した自然土で路床を補強する舗装道路の簡易構築法●自然土を物理化学的に安定処理して軟弱地盤を補強する圧密沈下防止法●ステージコンストラクション工法●自然土の安定処理法(土壌地盤補強処理法)(USA、EU、韓国、中国、日本、Pat.)●土質安定材、舗装路盤材及び舗装方法○土質安定材及びこれを用いた自然土の安定処理法(USA、日本、Pat.)○地盤の振動特性検知方法及びその装置(USA、日本、Pat.)○有機混合肥料(酸性雨対策)●道路舗装の構造評価と寿命予測方法○下水污泥焼却灰を原料とするセメント固化物並びにこれを利用した粒調処理材及び安定処理法○再生加熱大粒径型アスファルト混合物及びその製造方法並びにこれを用いた舗装の構築方法(日本、韓国、Pat.)○簡易締固め試験機及びこれを用いた突固めによる締固め試験方法●舗装設計時における舗装寿命予測方法及びその確認方法●土嚢袋とこれを用いた土嚢設置方法及び盛土工法○廃石膏パウダーを原料に含む土質安定材、セメント固化物及び粒調処理材●実験用焼却灰製造用溶解炉及び実験用焼却灰の製造方法
○動物の排泄物の活用法、並びにその排泄物を原料に含む土質安定材、セメント固化物及び粒調処理材(申請中)

主な技術資料

技術概要・工事報告・講習会資料

- 1) 道路建設におけるFe石灰工法 1965・8月発行号
- 2) Fe石灰処理と舗装厚さの設計要領 昭和44年・46年発行号
- 3) Fe石灰工法による舗装工事-工法開発経緯とその特性
- 4) Fe石灰処理土による舗装道路・使用効果とその土質工学的諸性質
使用効果とその力学的諸性質・使用効果と弾性理論計算式に求める設計要領とその解説
- 5) 軟弱地盤の圧密沈下防止法-新技術への理論解説
- 6) Fe石灰工法舗装構築法の特長・試験方法・品質管理・その他
- 7) 舗装ハンドブック「Fe石灰工法-設計要領」昭和57年~平成20年発行号
- 8) 北九州市建設コンサルタント協会「Fe石灰工法の概要と設計要領/Fe石灰の反応原理と舗装の長寿命化について」(平成4年)
- 9) 建設省佐賀国道工事事務所「Fe石灰工法の概要と設計要領/Fe石灰の反応原理と舗装の長寿命化について」(平成6年)
- 10) 会計実地検査資料-Fe石灰工法に関する質疑応答(平成9年・福岡県)
- 11) 農林水産省九州農政局土地改良技術事務所-農業農村整備事業研究会・道路工部会「新技術(Fe石灰工法)についての研究会」(平成9年)
- 12) 佐賀県建設技術センター「土木建築技術研修・舗装講座」講習会資料(平成10~19年)
- 13) 全建・宮崎県支部・都城市役所「サンドイッチ舗装工法の設計・施工の変遷」(平成13年)
- 14) (財)熊本県建設技術センター研修会「新工法・新技術」研修会資料(平成14年)
- 15) (財)長崎県建設技術研究センター「一般研修・舗装」研修会資料(平成15年)
- 16) 福岡市土木局における説明会資料「リベースジョイント工法と大粒径アスコンの開発経緯について」(平成16年)
- 17) 国土交通省九州地方整備局における平成17年度新技術担当者会議の工法説明資料「リベースジョイント工法の開発経緯・適用法」(平成17年)
- 18) 福岡市経済振興局「福岡市技術交流会」における工法説明資料「リベースジョイント工法について」(平成20年1月)



Fe石灰中央混合プラント

Fe石灰総販売元/株式会社ニッシン

Fe石灰工法の協賛協力会社/25社

福岡Fe協会	(事務局): 092-561-7488
熊本エフイ組合	(事務局): 0964-43-2650
佐賀エフイ合材協会	(事務局): 0954-63-2905
大分エフイ協会	(事務局): 0979-72-3864
宮崎Fe協会	(事務局): 0985-24-3551

・プラントの操業(定置式16基、移動式18基)
・Fe石灰系処理材の製造と安定供給

西日本鉄道株式会社特約店/株式会社 タカオカ

会社概要

株式会社 エフイ石灰技術研究所
(Fe石灰技術研究所)

代表取締役社長 井 彬

所在地/福岡県古賀市舞の里4丁目4-5

設立/昭和40年4月 Fe石灰工業技術研究所

平成9年12月 Fe石灰技術研究所に社名変更

資本金/1,000万円

事業内容/・Fe石灰工法に関する研究開発

・適用に関する調査および設計

・施工に関する現場指導および品質管理



Fe石灰技術研究所

本社 / 〒811-3114 福岡県古賀市舞の里4丁目4番5号 ☎ (092)942-7011
研究所 / 〒811-0117 福岡県粕屋郡新宮町上ノ府1378号 ☎ (092)962-1417