パレスシート工法®

Palace (Padding Lattice Frame Reinforced) Sheet

国土交通省新技術情報提供システム（NETIS）登録番号：KK-090002-A

設計・施工マニュアル（重機足場篇）

2021 年 4 月

2024 年 1 月改定

芦森工業株式会社

まえがき

土質材料の弱点を補う従来のジオテキスタイルは、補強や排水，分離，濾過などの目的に対し形態的には面状が一般的であるものの、テキスタイルという意味合いでは、筒状やホース状の袋類織物（ジャケット）も典型的といえる。このようなジャケットにモルタルや流動化処理土を充填すれば、構造部材的な機能を発揮させることができ、従来にない用途展開として、地盤工学分野の様々な局面で品質の向上，工期の短縮，安全性・施工環境の改善に貢献できると期待される。

軟弱な地盤上で覆土作業を行う場合、シートなどのジオテキスタイルを敷設する表層処理工法が適用されているが、ジオテキスタイルの剛性不足のために不同沈下を誘発しやすく、いったん不同沈下が生じると局部的な変形を助長する悪循環に陥り、最終的には、シートが破断して一瞬のうちに覆土が消失しまうことも少なくない。こういった事態を避けるために、補助工法（シートの補強や固化処理）の併用や覆土方法（土砂の撒出し）の工夫がなされてきたが、地盤が軟弱であればあるほど難しい施工管理を余儀なくされる。

パレスシート工法とは、格子状に組んだジャケットをシートに結合し、ジャケット内にモルタル等を注入して補強枠を形成するもので、シートに付与した高い剛性によって覆土荷重の分散を図る表層処理工法である。格子の間隔やジャケットの径などを任意に設定でき、竹枠を組むような人海戦術によらないことから、無駄のない合理的な設計・施工により地盤の軟弱さに応じて確実な補強効果を発揮することができる。

開発当初は、大規模な埋立て工事における超軟弱地盤（シートの下側にジャケットを配置）を想定していたが、最近では、仮設道路・軌道を対象に、路床の固化改良や砕石による厚層敷設の代替（この場合、シートの上側にジャケットを配置）としての適用検討が増加している。この背景には、セメントによる固化改良に比べ環境負荷，撤去処理費が低く、撤去後も植生等の早期回復が可能といった利点も考えられるが、パレスシート工法は、超軟弱から比較的軟弱までの幅広い範囲の地盤状態に応じて、確実な表層処理効果を提供できる点が大きい。

当技術資料は、パレスシートの守備範囲の中でも特に、前述した後者の目的を主な対象として、要点を整理したものである。

１．　工法概要

１－１）　パレスシートの構成

パレスシートはシートと格子ジャケットで構成される。格子ジャケットは図-1 のように格子構造、格子間隔の組み合わせで目的にあった設定が可能になる。

	格子構造	格子間隔	特徴
パレスシート	ラップタイプ（図-2）	幅×長さ　9通り（表-1）	コストパフォーマンスが高い
	スルータイプ（図-3）	幅×長さ　9通り（表-1）	出来形面が平滑

図-1　パレスシートの種類

表-1　格子間隔の種類

長さ＼幅	1	1.5	2
1			
1.5			
2			

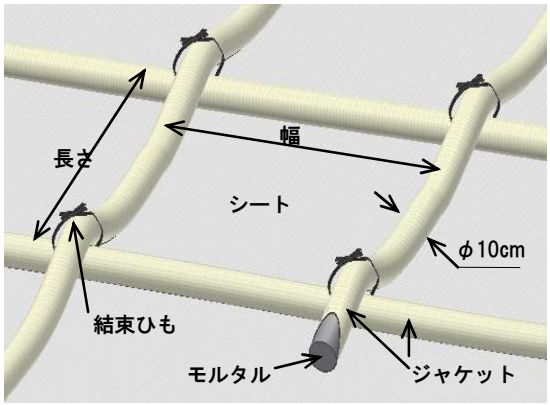


図-2　ラップタイプ

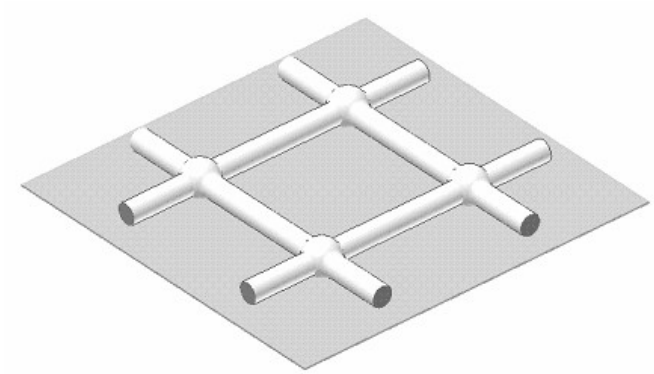


図-3　スルータイプ

１－２）　パレスシートの用途

パレスシートの基本原理は、剛性を有する格子ジャケットの荷重分散効果によって、支持力増大と、不同沈下抑制を図ることである。また、シートによる分離機能も有している。このため、以下のような様々な用途がある。

① 鉄道の路床安定処理工・路盤工
② 道路の路床安定処理工・路盤工
③ 重機足場の安定確保
④ 工事用道路の安定確保
⑤ 液状化対策
⑥ 段差対策
⑦ 超軟弱地盤上の埋立工事等における重機足場の確保およびシートの破断防止

しかしながら、パレスシート施工面以深に軟弱層を残すため、不同沈下は抑制できても全体的な圧密沈下を防止することはできない。パレスシート施工前に比べ、地盤に作用する鉛直荷重が増加する場合は留意する必要がある。

１－３）　パレスシートの特長

パレスシートは、単独でも前記のような改良効果を有するが、砕石層と組合せることで、パレスシートと砕石層が一体となった改良盤が形成される。また、格子ジャケットの拘束効果により、砕石を単独で用いる場合より、高い締固め効果が得られる。

同様の目的で用いられることの多いセメント安定処理工法と比べ、パレスシートは以下のような特長がある。

① 格子ジャケットの筒状織物が引張り強度を有するため、クラックの発生による段差が発生しない。
② セメントを粉体で使用しないので、粉塵が発生しない。
③ 密で一様な砕石層が形成されるため、品質のばらつきが小さい。
④ セメント改良ではないため、六価クロム溶出試験が不要である。（要確認）
⑤ 足場の悪い状態での重機投入が不要であることから、作業性が優れている。
⑥ 撤去時にブレーカが不要なため、騒音が少ない。
⑦ 撤去時に砕石を再利用可能であり、産廃の発生が少ない。
⑧ 除根工無しで現況地盤上に直接施工することもできるため、植生を含め、原状復旧が容易である。

２．　調査・設計

２－１）材　料

２－１－１）土木シートおよびジャケット

土木シートおよび筒状織物は、表-2 および　表-3 の規格を満たすものを標準とする。

表-2 土木シートの仕様

項目	規格値
材質	ポリエステル
引張強度	70kN/m 以上
厚さ	0.38mm 以上
重さ	240g/m2 以上

＊地盤状況により接続ベルトを付与する

表-3 ジャケットの仕様

項目	規格値
材質	ポリエステル
引張強度（タテ方向）	130kN/m 以上
周方向寸法	ストレート部 折り幅　155mm±5mm（φ100mm） 拡径部　φ150mm
厚さ	1.0mm
重さ	220g/m2

２－１－２） モルタル

ジャケットに注入するモルタルは、専用モルタル「パレスシートモルタル」を使用する。

モルタルの標準配合及び品質管理規格を表-4、5 に示す。

表－4　標準配合

標準配合		
材料名	品名	単位(kg/m^3)
水	清水	378
粉体	パレスシートモルタル	1,723

※施工条件により、混練り水量は変動することがある　粉体比　22%±３%

表－5 品質管理規格

項目	規格値	試験方法
流動性	230±50 ㎜	JASS 15 M-103【セルフレベリング材の品質基準】に準拠する。 フローコーンは50×100㎜を使用し、水平な平滑板にフローコーンを置き、材料の混練り後直ちにモルタルを上端面まで入れて、フローコーンを静かに鉛直上方に引き上げる。3分間静置させた後、長短直径平均値を㎜で測定する。
圧縮強度	20N/㎟以上	JSCE-G 505 の圧縮強度試験方法に準拠する φ50×高さ 100 ㎜のモールド缶を 3 本/1 材齢として、材齢 3 日の供試体を作製する。 作製した供試体は上面をラップ等にて密閉し、材齢 1 日まで養生した後に脱型して封緘養生する。その後、材齢 3 日経過後の一軸圧縮強度を測定する。

２－１－３） 砕　石

パレスシート上に施工する砕石は、以下の材料を標準とする。

鉄道の場合：　JIS A 5001「道路用砕石」の M-40 または C-40

道路の場合：　上記に加え、再生路盤材 MC-40、RC-40

２－２）地盤調査

パレスシートの格子ピッチおよび砕石層厚を検討するために、施工地点における地層構成と各層の地盤特性を把握する必要がある。

地盤調査の深度は、少なくとも軟弱層の下端までする。

調査方法は、標準貫入試験を伴った調査ボーリングにより地下水位および N 値の深度分布を把握するものとするが、他のサウンディング（コーン貫入試験、スウェーデン式サウンディング）手法を用いてもよい。

設計用の地盤 N 値は、死荷重に比べ活荷重が有意なレベルで作用する深度（通常、パレスシート基面から 3m 程度）において評価する。N 値は標準貫入試験以外のサウンディング結果から推定しても良い。

２－３） 設計フロー

２－３－１） 鉄道の場合

鉄道では、路床および路盤面において、以下のような地盤反力係数 K 値の管理基準値が規定されている[1)]。

路床： $K_{30} \geqq 70$ MN/m^3

路盤： $K_{30} \geqq 110$ MN/m^3

パレスシート上に施工された砕石表面は、路床・路盤いずれとしても扱うことができるが、路床とみなした場合、路盤が別途必要になるので、路盤と考えるのが合理的である。

鉄道における設計フローを図-4 に示す。

概略的には以下の手順となる。

① 地盤の N 値　および　必要とされる K_{30} 値を設定する

② 設計用ノモグラム（２－４参照）から、上記①を満足する　格子ピッチ　および　砕石厚　の組合せを読み取る。

③ 上記の②の結果、可能な組合せが複数ある場合は、コストや現場条件などを総合的に判断して格子ピッチと砕石厚を決定する。

なお、ノモグラムを用いた当設計法は概略的なものであるため、実際には必要な K_{30} 値が得られないことも想定される。したがって、実施工においては事前に試験施工を行って、実際に得られる K_{30} 値を確認するのが望ましい。

（現在は土木学会発行の GAMES で設計）

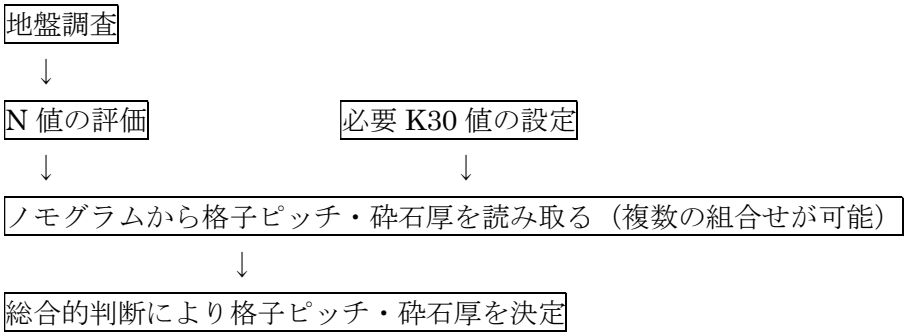


図-4 設計フロー（鉄道）

1）　鉄道構造物等設計標準・同解説　土構造物、平成 19 年 1 月。

２－３－２） 道路（アスファルト舗装）の場合

アスファルト舗装の構造設計は、一般に、路床土の室内 CBR 試験（設計 CBR）に基づいて行われている。設計 CBR が 3 未満の場合は、従来、安定処理や置換えなどの改良が行われ、路床面から 1m の範囲で、改良層および下層（原地盤）で各層の CBR を重み付け平均し、設計 CBR を求めている[1)]。しかしながら、パレスシートにこの考え方を適用することは、格子枠による荷重分散効果や砕石の拘束効果を考慮できないため合理的でない。このため、鉄道の場合と同様に、砕石表面で必要な支持力（ここでは CBR≧3）を確保することを基本方針とする。ただし、鉄道の場合と異なり、路床の CBR を大きく見積もることができれば、それに応じて舗装構造をコンパクトにできる。そこで、以下の手順で設計を行う。

① 格子ピッチ　と　砕石厚　を設定する。
② 設計用ノモグラム（２－４参照）から、上記①の条件　および　地盤の想定 N 値において得られる K_{30} 値を読み取る。
③ 図-5 を参考にして、K_{30} 値から CBR を推定する。＊
④ 表-6 から設計 CBR を求める。
⑤ 設計 CBR に基づいて舗装設計を行う。
⑥ 上記①の設定を変更して②~④を繰り返し行い、パレスシート、砕石および舗装のトータルコストや現場条件などを総合的に判断して、格子ピッチ　と　砕石厚　を決定する。

以上のフローを図-6 に示す。

なお、鉄道の場合と同様、実施工においては事前に試験施工を行って現場 CBR 試験または平板載荷試験（注１の方法で K_{30} から CBR を推定する）を行って、CBR を確認するのが望ましい。

＊東京都の「道路工事設計基準」では、路床土調査で現状土 CBR 試験が現場の状況によって不可能な場合に限り、K30 を CBR に換算するのに図-5 の関係を用いている。

表-6 設計 CBR を求める表

K_{30} から推定した CBR	設計 CBR
3 以上 4 未満	3
4 以上 6 未満	4
6 以上 8 未満	6
8 以上 12 未満	8
12 以上 20 未満	12
20 以上	20

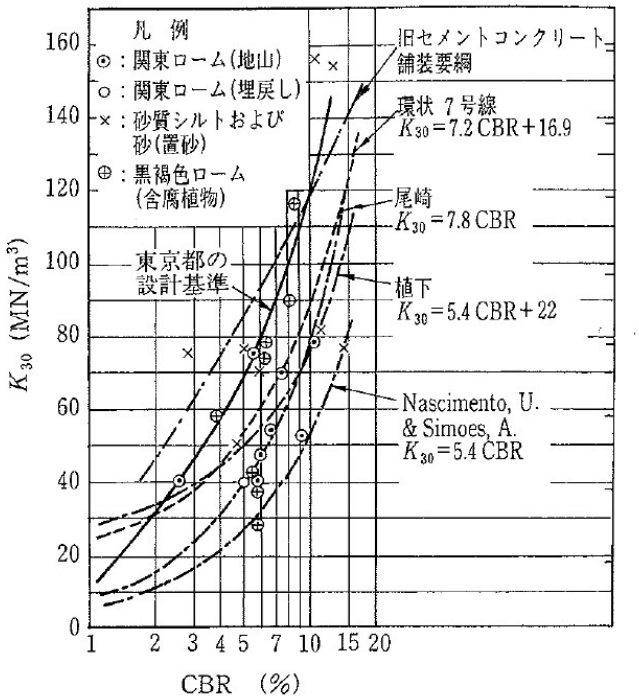


図-8.3.4 路床における乱れの少ない試料による室内CBRとK_{30}の関係（三木[19]に加筆修正）

図-5CBR と K_{30} の関係[2)]

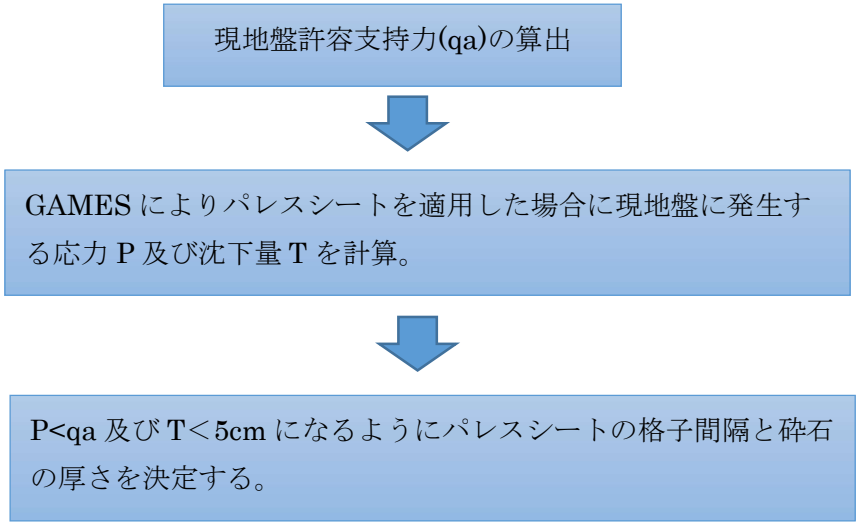
地盤調査
↓
N 値の評価　　格子ピッチ・砕石厚の設定※
↓　　↓
ノモグラムから、得られる K_{30} 値を読み取る
↓
K30 を CBR に変換し、CBR に基づいて舗装設計を行う

※ 格子ピッチ・砕石厚を変更して上記フローを繰り返すことで、最も合理的な構成（格子ピッチ・砕石厚・舗装構造）を選定する。

図-6 設計フロー（道路）

２－３－３）重機足場の場合

重機足場としてパレスシートを使用する場合はパレスシートの格子間隔と任意の厚さの砕石で改良地盤を構成して、上載荷重が作用した時の原地盤上における初期沈下量と、発生する応力の値を計算する。この計算は土木学会が公開しているフリーソフト GAMES を使用して行う。検討は「セメント系固化材による地盤改良マニュアル」（社団法人セメント協会）第 3 章浅層改良の設計と施工の地盤改良の必要性の検討に準じて行います。以下に設計フローを示します。



砕石の弾性係数は以下のとおりとする。（舗装設計便覧 p129 より）

種類	弾性係数(MPa)
粒調砕石	300
クラッシャラン	200

１）舗装設計便覧、日本道路協会、平成 18（2006）年 2 月
２）地盤調査の方法と解説、地盤工学会、平成 16（2004）年、p.510.
３）セメント系固化材による地盤改良マニュアル、社団法人セメント協会

２－４） 設計ノモグラム（鉄道路床の場合）

格子ピッチ及び砕石層厚を検討するためのノモグラムを図-7 に示す。

これらは砕石として C-40 または RC-40 を用いた場合（5Ec に対する締固め度 Dc=90%程度）を対象としている。図中の「必要支持力」とは、前述した鉄道路床に要求される地盤反力係数（70MN/m²）を差し、パレスシート工法による造成盤への要求性能ではない。

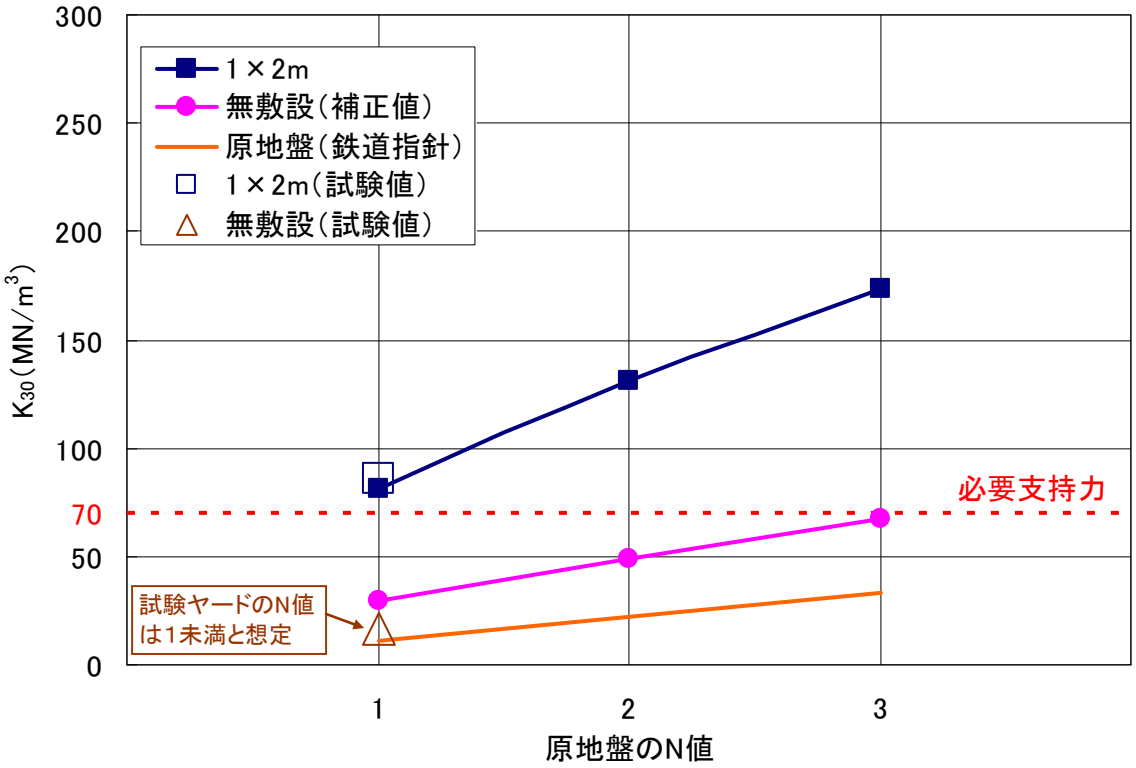


図-7(1) 設計ノモグラム（砕石厚 20cm）

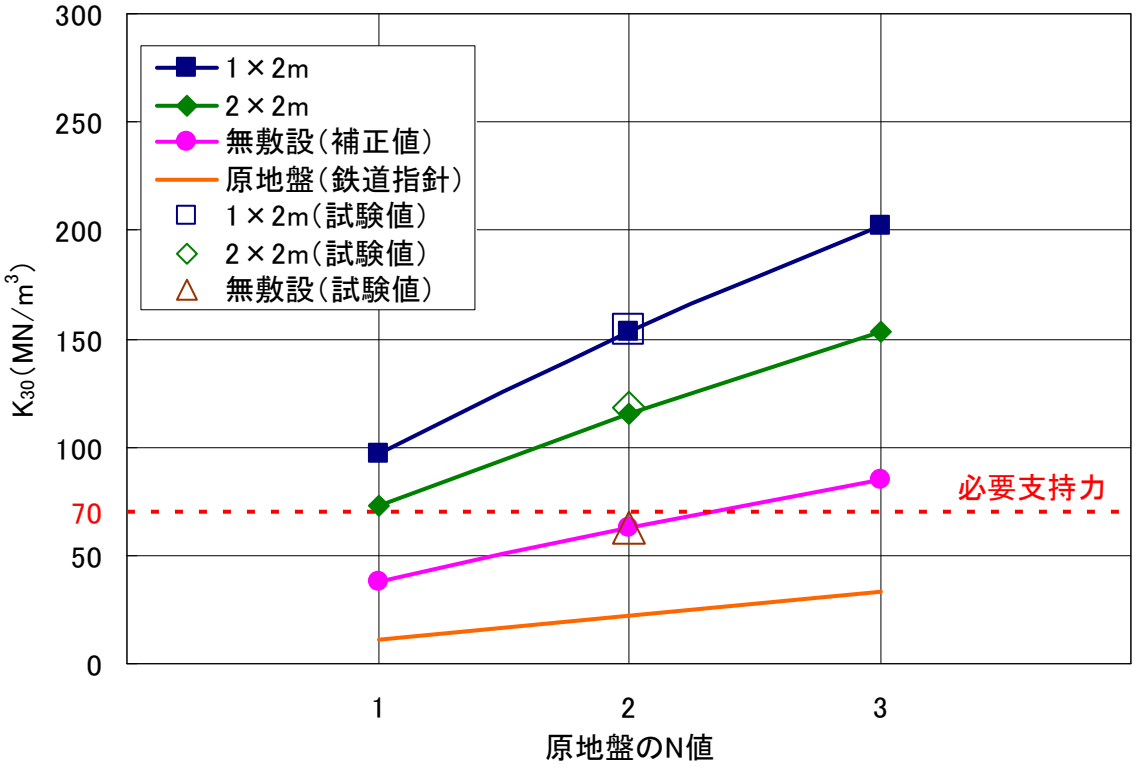


図-7(2)　設計ノモグラム（砕石厚 30cm）

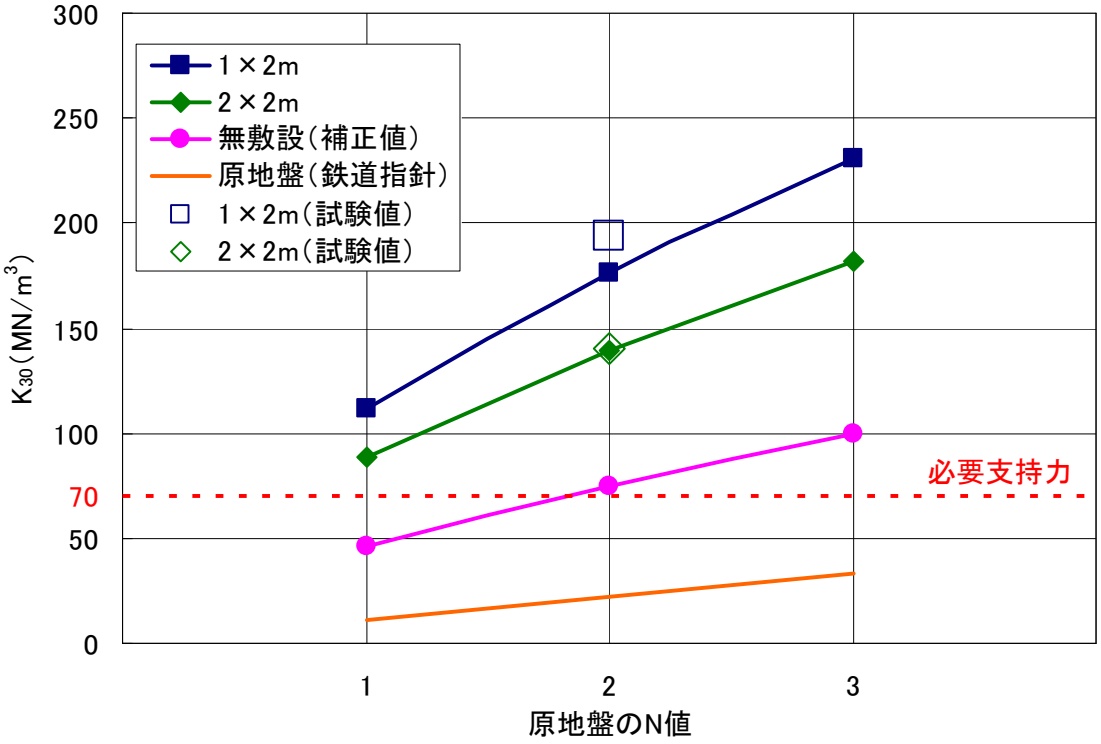


図-7(3)　設計ノモグラム（砕石厚 40cm）

３．施　工

＊施工歩掛は 400m²/日を標準とする。

３－１）施工フロー

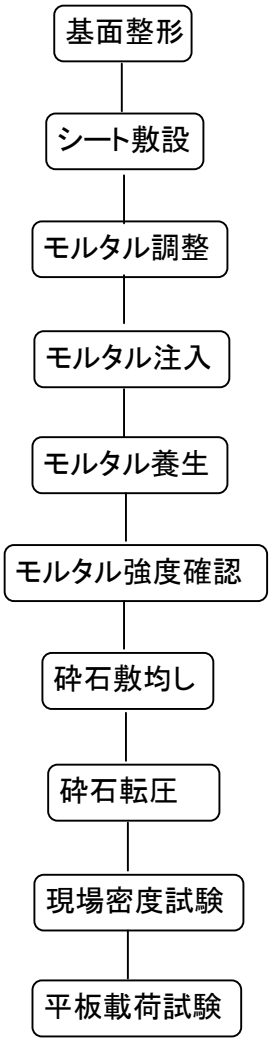


図-8　施工フロー

３－２）配置計画

パレスシート施工には、安全で効率的な施工を行うため格子ジャケットのほかに図-9 のような部材が必要となる。以下に各部材の特徴と仕様を述べる。

余長

格子ジャケットを敷設して砕石を敷均し、締固めることにより地盤支持力を得ようとする場合、ジャケット近傍で地盤支持力が高いことが確認できている。試験施工で確認した

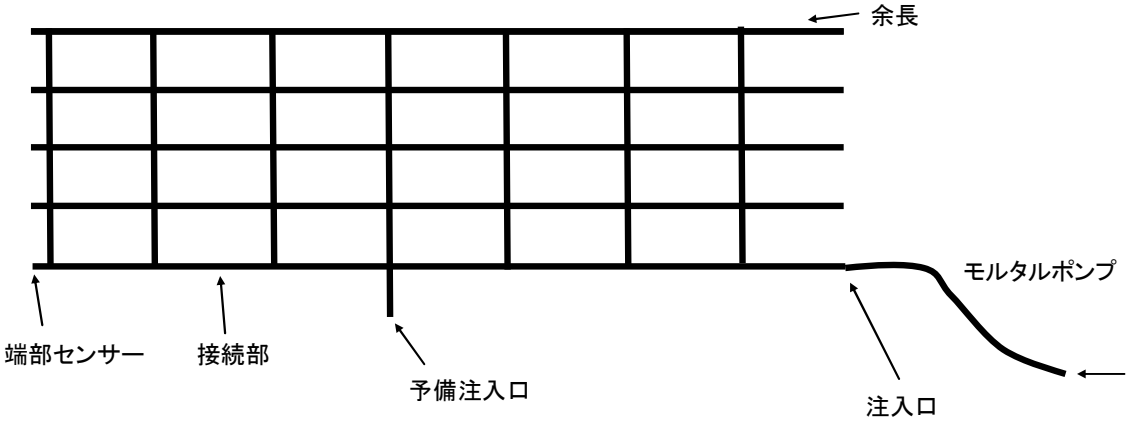


図-9　構成部材

ところジャケットからの離間距離が 50ｃｍまでならば、ジャケット上と同程度の支持力を得ることができるので余長としては 50ｃｍを最大とする。

注入口・予備注入口

モルタルポンプとジャケットを接合するのが注入口である。口金が取り付けてあるのでビクトリックジョイントでの接合が可能である。施工中のトラブルで、注入口が使用できなくなった場合のために予備の注入口がある。ジャケット端部が縫製してあるので、施工中に使用する場合は、モルタルの流入を止めた後、縫製を解いて口金をホースバンドで固定する。

接続部

面積が広くて連続施工が不可能な場合などは、いくつかに分割して施工するが、接続金具を用いることで、剛性を損なうことなく施工がでる。

端部センサー

モルタルを安全に充填するためと、確実に充填されたことを確認するために圧力センサーで管理する。このセンサーは注入口の反対側に設置する。センサーハウジングをカプラーで接続する。

３－３）下地処理

敷設場所は床掘りした後に、角のある石、ガラスなどシートを引き裂くような供雑物はあらかじめ除去しておく。また地下水位が高く、敷設面に水がたまっている場合などは排水しておく。

３－４）土木シート及びジャケット敷設

シート敷設

整形した面にシートを敷設する。地山状態により重ね幅を検討するが概ね 10cm～20cm 重なるように敷設する。

ジャケット敷設

ジャケットは２層になるので下側になるジャケットを先に敷設する。このとき注入口の位置を確認する。その後に上側になるジャケットを敷設する。

３－５）モルタル製造および注入

パレスシートモルタルを、現場でプラント車により練り混ぜポンプで充てんする。

３－６）養　生

冬季以外は特に対策は必要ないが、日平均気温が 4℃以下となるような場合には対策が必要となる。一般のコンクリート構造物に比べ打設ボリュームが少ないので、水和反応による温度上昇もあまりなく、ジャケット内に注入されたモルタルは外気の影響を受けやすくなっている。図-11 のようにジャケットを挟み込むようにホースを配管して、温水を循環して全体をシートで覆えば硬化の促進を行なうことができる。

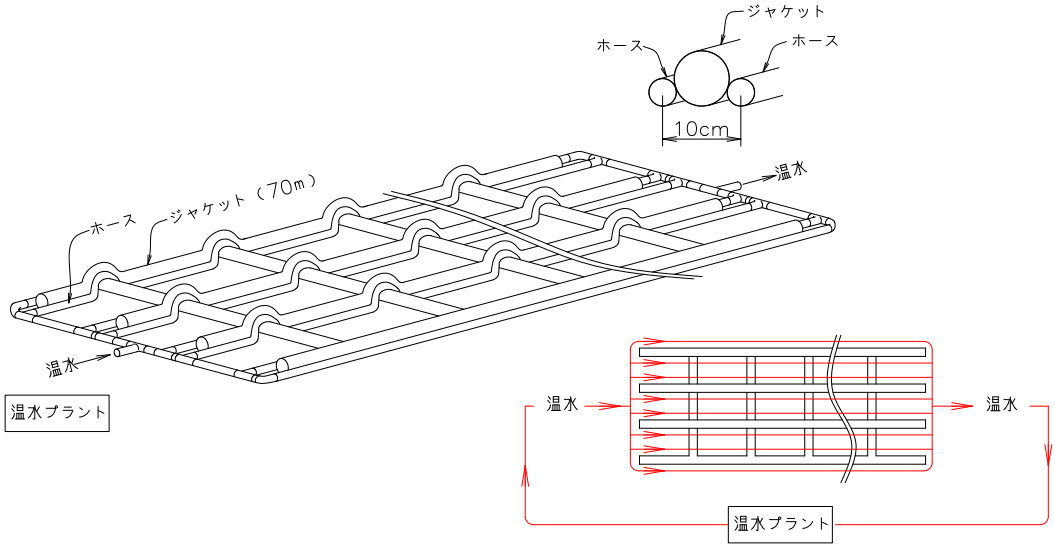


図-11　養生方法

３－７）出来形管理

モルタル充填後格子間隔を測定する。格子間隔はジャケット中央で測り設計で定めた寸法の±10%以内に収まっていることを確認する。ただし現地盤が不陸等で規格値内に収まらない場合は監督員と協議する。

３－８）品質管理

３－８－１）モルタルの品質管理

施工時の品質管理として、表-4 に示すフロー試験、および施工後に材令 3 日における圧縮試験を行う。

３－８－２）路床または路盤としての品質管理

施工時の路床または路盤としての品質管理は、発注機関の定める方法により行う。
砕石層の現場密度試験を行う場合は、砂置換法によるものとする。

以上