

明 細 書

発明の名称：地盤改良体及びその構築方法

技術分野

[0001] 本発明は、軟弱地盤上に盛土を施し道路を構築するための、地盤改良体及びその構築方法に関するものである。

背景技術

[0002] 本出願人らは、既にこのような目的に適し、しかも工期を短縮できる技術を提案し、実用に供しているところである（特許文献１：特許第３５２８９５０号公報参照）。

[0003] 以下、従来の地盤改良体の構築方法について、図１１～図１２を参照しながら説明する。図１１は、従来の構築方法による地盤改良体を示す縦断面図、図１２は、同水平断面図である。

[0004] 最終的には、構築された地盤改良体の上に盛土３（舗装を含めても良い）を施し、その上を車両４が走行することになる。その結果、車両４による偏荷重が動的に地盤改良体に作用するものである。

[0005] 盛土３よりも下方にのみ着目すると、軟弱地盤１０の地中深い方から順に次の各レベルが設定される。コラム底レベルＬＡは、オーガモータを備えるコラム施工機によって構築されるコラム１の最低レベルである。コラム頂レベルＬＢは、同コラム１の最高レベルであり、且つ、スラブ２の最低レベルである。スラブ頂レベルＬＣは、スラブ２の最高レベルであると共に、盛土３の底に接するレベルである。

[0006] 図１２に示すように、軟弱地盤１０の性質等を考慮し、コラム１による改良率（コラム１の密度であり、例えば、１４．５％等）が決定される。

[0007] 構築方法は、次の手順による。まず、コラム施工機を用いて、コラム底レベルＬＡからコラム頂レベルＬＢまでのコラム１群が形成される。次に、バックホー等の重機を用いて、コラム頂レベルＬＢからスラブ頂レベルＬＣに至るスラブ２が形成される。

[0008] このように、各コラム 1 は、その底部 1 a から頂部 1 b まで形成され、スラブ 2 の底面に当接しスラブ 2 を支持するものである。ここで、本明細書において、スラブ 2 の底面に頂部 1 b が当接するコラム 1 を「通常コラム」という。

[0009] この従来技術によれば、一定程度の工期短縮という効果が得られる。

[0010] これにとどまることなく、本発明者らは、この従来技術を踏まえた上で、更なる工期短縮が行えないか、鋭意検討を加え、スラブの構成を工夫することにより、本発明を完成するに至ったものである。

特許文献1：特許第 3 5 2 8 9 5 0 号公報

特許文献2：特許第 4 0 3 8 5 2 5 号公報

特許文献3：特許第 3 4 3 2 8 0 2 号公報

特許文献4：特許第 4 5 0 4 0 9 5 号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0011] 即ち、本発明は、地盤改良体の強度を維持しながら、より少ない改良体積により、しかも、更なる工期短縮を実現できる地盤改良体及びその関連技術を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 第 1 の発明に係る地盤改良体は、軟弱地盤内において深い方から浅い方へ向けて、第 1 レベル、第 2 レベル、第 3 レベル及び第 4 レベルをこの順に設定し、第 1 レベルから第 2 レベルまでに至り、且つ、水平面内で回転するコラム施工機により形成される複数の円柱短尺コラム群と、円柱短尺コラム群に支持されるスラブ体とを備える地盤改良体であって、スラブ体は、第 3 レベルから第 4 レベルに至り、且つ、鉛直方向に回転する縦型スラブ施工機により形成されるスラブ本体と、スラブ体の直下において、第 2 レベルから第 3 レベルに至り、縦型スラブ施工機により形成され、且つ、円柱短尺コラム群の頂部に連設される梁部とを備え、スラブ体は、垂直断面視において T 字状をなす。

- [0013] ここで、円柱短尺コラム群は、平面視において格子状に配置されても良いし、平面視において千鳥状に配置されても良い。
- [0014] また、通常、スラブ体の上部には盛土（舗装を含めても良い。）が敷設されることになる。
- [0015] 更に、第1レベルから第3レベルに至り、頂部がスラブ本体を支持する複数の通常コラム群を更に備えても良い。
- [0016] ここで、スラブ体が円柱短尺コラム群の頂部に連設される梁部を有して垂直断面視においてT字状をなすことにより、車両等による上方からの荷重が地盤改良体に作用しても、この荷重が分散され、梁部同士の間には存在する軟弱地盤への作用応力が小さくなり、不同沈下が抑制される。
- [0017] また、梁部同士の間における曲げ引っ張り応力を低減でき、コラム改良率を低減可能となる。
- [0018] 車両の通行方向は、地盤改良体を横断するものであっても、縦断するものであってもよい。言い換えれば、地盤改良体の幅方向と長さ方向は、適宜変更して差し支えない。
- [0019] 上記T字に対して車両が横断する場合には、横断方向の偏荷重に対し剛に対応して、横断方向の不同沈下を防止できる。
- [0020] 逆に、上記T字に対して車両が縦断する場合には、梁部のうち、地盤改良体の端部に位置するものが、近接する建造物（例えば、家屋等）に対して、縁切り工として作用し、建造物の変形や振動を抑制できる効果があるし、道路端部に擁壁が設置されても、その土圧に対する支持安定性を確保できる。また、コラムの改良率を下げ、コラム間の間隔を広く取っても、端部に位置する梁部により、滑り破壊を防止できる。

発明の効果

- [0021] 以下詳細に述べるように、本発明によれば、従来技術に比べて改良体積を約1割削減できると共に、施工期間を約2割削減できる。
- [0022] しかも、この点は、地盤改良体の強度を維持したまま可能であって、工費全体の大幅な抑制につながる等、実用上の効果が高い。

発明を実施するための最良の形態

[0023] (実施の形態 1)

以下図面を参照しながら、本発明の実施の形態を説明する。図 1 は、本発明の実施の形態 1 における地盤改良体を示す縦断面図、図 2 は、同水平断面図である。

[0024] まず、本形態に係る地盤改良体では、図 1 に示すように、軟弱地盤 10 内において深い方から浅い方へ向けて、第 1 レベル L1、第 2 レベル L2、第 3 レベル L3 及び第 4 レベル L4 をこの順に設定する。

[0025] 第 1 レベル L1 は、オーガモータを備えるコラム施工機 30 (図 3 参照) によって構築される短尺コラム 11 の最低レベルである。着底方式を採用するのであれば、第 1 レベル L1 は、接すべき底のレベル又はそれ以下のレベルとされ得るし、フローティング方式を採用するのであれば、底よりも上方に浮かせたレベルとされ得る。

[0026] 第 2 レベル L2 は、短尺コラム 11 の最高レベルであり、且つ、スラブ体 20 の梁部 22 の最低レベルである。

[0027] 第 3 レベル L3 は、スラブ体 20 の梁部 22 の最高レベルであると共に、スラブ体 20 のスラブ本体 21 の最低レベルである。

[0028] 第 4 レベル L4 は、スラブ体 20 のスラブ本体 21 の最高レベルであると共に、図示しない盛土の最低レベルである。

[0029] 即ち、スラブ体 20 は、水平等厚のスラブ本体 21 と、スラブ本体 21 から下方に延出し、短尺コラム 11 の頂部 11a と当接するように連設される、複数の梁部 22 とを備えて成り、スラブ体 20 は、垂直断面視において T 字状をなす連続体である。二つの梁部 22 を取り出せば、スラブ体 20 は、 π 字状をなすとも言い得る。

[0030] 平面視では、図 2 に示すように、複数の梁部 22 の直下に、それぞれ複数の短尺コラム 11 群が位置することになる。

[0031] 図 2 では、短尺コラム 11 群は、格子状に配置されているが、勿論、千鳥状に配置しても良い。

- [0032] ここでは、説明の便宜上、図2における横寸法Bを改良幅といい、縦寸法Aを道路長さというが、先に述べたように、車両4（図1参照）は、スラブ体20が構成するT字型構造を、横断しても良いし、縦断しても良いものであって、上記長さや上記幅は、それぞれ入れ替え得る点が理解されねばならない。
- [0033] 以上のように、予めレベル等を設定した上で、実際の構築に着手することになる。
- [0034] まず、図3及び図4に示すように、コラム施工機30を用いて、複数の短尺コラム11群を、第1レベルL1から第2レベルL2まで構築してゆく。この際の、コラム施工機30は、通常、ベースマシン31と、垂直に起立するリーダ32と、リーダ32に対して水平回転できるように支持される回転軸33と、回転軸33の先端部に取り付けられるヘッド部34とを備える。
- [0035] ヘッド部34は、軟弱土壌10の所定部位を攪拌すると共に、セメントミルクを吐出・混合し、ソイルセメントからなる短尺コラム11群を構築する。因みに、ヘッド部34はオーガを有し、好ましくは、スクリューや共回り防止翼を含むが、スクリューや共回り防止翼は、省略され得る。
- [0036] 図4にハッチングで示すように、全ての短尺コラム11群が構築された状態においても、スラブ本体21と梁部22とからなるスラブ体20のための空間は、空洞とされるか又は、土壌で埋められているかは任意であるが、この空間まで短尺コラム11群が構築されることはない。
- [0037] 次に、スラブ体20の構築に着手する。図5～図8に示すように、本形態では、作業効率を考慮して、縦型スラブ施工機40を用いて、第3レベルL3から第4レベルL4に至るスラブ本体21と、第2レベルL2から第3レベルL3に至る梁部22とを備えるスラブ体20を、一括して構築する。但し、先に梁部22のみを構築しておき、その後に、スラブ本体21を構築することもできる。
- [0038] 縦型スラブ施工機40は、鉛直方向に回転して掘削、セメントミルクの吐出及び攪拌を行う作動部42と、この作動部42に駆動力を付与する本体4

1とを有するものであり、作動部42が到達する深さを制御できるものであれば、任意である。例えば、ロータリーによるもの（特許文献2：特許第4038525号公報参照）、トレンチャーによるもの（特許文献3：特許第3432802号公報参照）、チェーンコンベアカッタによるもの（特許文献4：特許第4504095号公報参照）のいずれであっても良い。

[0039] スラブ本体21のみを形成するには、到達深さH3を第4レベルL4から第3レベルL3までとし、スラブ本体21及び梁部22を形成するには、到達深さ（ $H3 + H2$ ）を第4レベルL4から第2レベルL2までとすればよい。

[0040] なお、従来技術、実施の形態1及び次の実施の形態2との比較は、最後にまとめて説明する。

[0041] （実施の形態2）

実施の形態1では、図9に示すように、コラム群は、全て短尺コラム11群のみから構成されている。しかしながら、実施の形態2では、図10に示すように、梁部22が形成されていない箇所に、通常コラム1群を配設している。

[0042] この点以外は、実施の形態1と同様である。上述したように、梁部22が形成されていない箇所に設けられる、実施の形態2における、通常コラム1は、その底部1aが第1レベルL1に位置し、その頂部1bは、第3レベルL3に位置する。

[0043] （従来技術、実施の形態1、実施の形態2の比較）

[0044]

[0045] 図 1 3 は、実施の形態 1 におけるスラブ体に関する計算結果の例を示す。曲げモーメント M を断面係数 Z で除した、曲げ応力 σ は、 $38[\text{kN/m}^2]$ となっており、基準値 ($80[\text{kN/m}^2]$) 以下であり、安全である。

[0046]

[0047] 同様に、図 1 4 は、実施の形態 2 におけるスラブ体に関する計算結果の例を示す。曲げモーメント M を断面係数 Z で除した、曲げ応力 σ は、 $65[\text{kN}/\text{m}^2]$ となっており、基準値 ($80[\text{kN}/\text{m}^2]$) 以下であり、安全である。

[0048]

[表 1]

	単位	従来技術	実施の形態 1	実施の形態 2
改良幅	m	25.0	25.0	25.0
道路延長	m	100.0	100.0	100.0
改良面積	m ²	2500.0	2500.0	2500.0
スラブ厚	m	1.0	1.0	1.0
スラブ間隔	m	0.0	2.9	4.0
梁高	m	0.0	1.0	1.5
梁幅	m	0.0	1.0	1.0
梁数	-	0.0	9.0	7.0
コラム改良率	%	14.5%	9.3%	9.8%
短 尺 コ ラ ム	コラム径	m	0	1.0
	コラム長	m	0	11.0
	打設長	m	0	13.0
	コラム間隔	m	0	2.9
	改良率	%	0	9.3%
	コラム本数	本	0	296.0
通 常 コ ラ ム	コラム径	m	1.0	0.0
	コラム長	m	12.0	0.0
	打設長	m	13.0	0.0
	コラム間隔	m	2.5	0.0
	改良率	%	14.5%	0.0
	コラム本数	本	461.5	0.0
スラブ体積	m ³	2500.0	2500.0	2500.0
梁体積	m ³	0.0	900.0	1050.0
短尺コラム体積	m ³	0.0	2557.3	1286.5
通常コラム体積	m ³	4349.5	0.0	1470.3
改良体積	m ³	5849.5	5957.3	5306.8
	(比率)	(1.00)	(0.87)	(0.92)
施工日数合計	日	90.8	64.4	67.8
	(比率)	(1.00)	(0.71)	(0.75)

※従来スラブ日当り施工量：180m³/日
※T型スラブ日当り施工量：225m³/日
※コラム13m日当り施工量：6本/日

[0049] (表 1) は、左から、従来技術、実施の形態 1、実施の形態 2 の各数値を対比して示したものである。

[0050] (表 1) において、従来技術、実施の形態 1、実施の形態 2 のいずれにおける地盤改良体も、同等の強度・外形寸法を有する。一方、従来技術、実施の形態 1、実施の形態 2 において、コラム改良率は、それぞれ、14.5、9.3、9.8%となっており、実施の形態 1、2 が、従来技術よりも低い改良率ながら、同等の強度を保有している点が理解されよう。

[0051] また、改良体積の合計は、従来技術を100%とすると、実施の形態 1 で87%、実施の形態 2 で92%と約10%削減できている。さらには、施工日数合計（施工期間）も同様に、従来技術を100%とすると、実施の形態 1 で71%、実施の形態 2 で75%と約20%強削減できている。

[0052] このことより、本願発明によれば、従来技術と同等の強度を確保しながら、従来技術に比べて改良体積を約 1 割削減、施工期間を約 2 割削減でき、工費全体を大幅に抑制できることが理解されよう。勿論、図 1 3、図 1 4、(表 1) に示した各数値は、例示に過ぎず、本発明はこれらの数値に限定されるものではなく、本発明の趣旨を変更しない限りにおいて、各数値を種々変更しても本発明の保護範囲に包含されるものである。以上において、現場は道路を構築する場合を述べたが、当業者に自明のように、本発明の現場はこれに限定されるものではなく、函渠、開渠、擁壁、その他周知の構造物の基礎として活用できる。

図面の簡単な説明

- [0053] [図 1] 本発明の実施の形態 1 における地盤改良体を示す縦断面図
- [図 2] 本発明の実施の形態 1 における地盤改良体を示す水平断面図
- [図 3] 本発明の実施の形態 1 における地盤改良体を示す縦断面図
- [図 4] 本発明の実施の形態 1 における地盤改良体を示す水平断面図
- [図 5] 本発明の実施の形態 1 における地盤改良体を示す縦断面図
- [図 6] 本発明の実施の形態 1 における地盤改良体を示す水平断面図
- [図 7] 本発明の実施の形態 1 における地盤改良体を示す縦断面図
- [図 8] 本発明の実施の形態 1 における地盤改良体を示す水平断面図
- [図 9] 本発明の実施の形態 1 における地盤改良体を示す水平断面図
- [図 1 0] 本発明の実施の形態 2 における地盤改良体を示す水平断面図
- [図 1 1] 従来の構築方法による地盤改良体を示す縦断面図
- [図 1 2] 従来の構築方法による地盤改良体を示す水平断面図
- [図 1 3] 実施の形態 1 におけるスラブ体に関する計算結果の例を示す図
- [図 1 4] 実施の形態 2 におけるスラブ体に関する計算結果の例を示す図

符号の説明

- [0054] 1 通常コラム
 - 1 a、1 1 a、2 2 a 底部
 - 1 b、1 1 b 頂部
- 2 スラブ
- 3 盛土

- 4 車両
 - 1 0 軟弱地盤
 - 1 1 短尺コラム
 - 2 0 スラブ体
 - 2 1 スラブ本体
 - 2 2 梁部
 - 3 0 コラム施工機
 - 3 1 ベースマシン
 - 3 2 リーダ
 - 3 4 ヘッド部
 - 4 0 縦型スラブ施工機
 - 4 1 本体
 - 4 2 作動部
 - L 1 第1レベル
 - L 2 第2レベル
 - L 3 第3レベル
 - L 4 第4レベル
 - L A コラム底レベル
 - L B コラム頂レベル
 - L C スラブ頂レベル
 - H 1 コラム長
 - H 2 梁高
 - H 3 スラブ厚