

明 細 書

発明の名称：

鋼矢板の施工支援装置、鋼矢板の施工支援方法、壁体の施工方法、鋼矢板の管理方法、壁体、鋼矢板、記録媒体およびプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、鋼矢板の施工支援装置、鋼矢板の施工支援方法、壁体の施工方法、鋼矢板の管理方法、壁体、鋼矢板、記録媒体およびプログラムに関する。

背景技術

[0002] 鋼矢板は、継手同士を嵌合させながら地盤へ打設することによって、例えば止水性や防砂性をもった連続的な壁体構造を構築することができる。このような鋼矢板は、半永久的に使用される本設構造物としてだけではなく、土留工や仮締切工のような仮設構造物としても広く利用されている。仮設構造物の場合、供用が終了すると鋼矢板は引き抜かれて撤去され、可能なものは再利用される。再利用の可否は、例えば施工時や供用中に生じた変形の大きさによって判定される。鋼矢板は本体部分が板状であるため、変形量が大きいと継手の変形して円滑な嵌合ができず、施工時の打設が困難になったり、壁体構造による土砂や地下水、海水などの流出入や漏洩を防止する機能が十分に発揮されなかったりするため、変形の大きさによる再利用の可否の判定は重要である。

[0003] その一方で、近年は鋼矢板の施工や設計を支援するためのシステムの活用が進められている。例えば特許文献1では、SLAMの手法を応用した矢板の地中位置測定方法によって、施工現場において熟練技術者を必要とせず、傾斜角度をリアルタイムで確認しつつ精度よく所望角度の矢板挿入作業が実現できる技術が提案されている。特許文献2では、インターネットを介して矢板壁セクションのレイアウトをコンピューターシステムによって決定する技術が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第6478305号公報

特許文献2：特表2009-528461号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、鋼矢板の再利用のための判定では上記のようなシステムの活用が進んでおらず、例えばリース会社や業界団体が独自に定めた基準によって再利用の可否が判定されている。この場合、基準の算定に明確な条件がないために厳しすぎる基準が設定されていたり、基準の元になる施工実績のデータが少ない型式の鋼矢板で適切な基準の決定が難しく再利用が進まなかったりということがありうる。

[0006] そこで、本発明は、鋼矢板の再利用のための判定をシステム化することによって鋼矢板の適切な再利用を進めることが可能な、鋼矢板の施工支援装置、鋼矢板の施工支援方法、壁体の施工方法、鋼矢板の管理方法、壁体、鋼矢板、記録媒体およびプログラム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

[0007] [1] 鋼矢板の少なくとも1つの部分の寸法の入力を受け付ける入力部と、上記寸法を所定の条件と比較することによって、上記鋼矢板の再利用可能性を判定する判定部とを備える、鋼矢板の施工支援装置。

[2] 上記入力部は、さらに、再利用時の上記鋼矢板の施工条件の入力を受け付け、上記判定部は、上記施工条件に応じて上記鋼矢板の再利用可能性を判定する、[1]に記載の鋼矢板の施工支援装置。

[3] 上記鋼矢板が再利用可能である場合に、再利用可能な状態が維持される限界条件を示す情報を生成する情報生成部をさらに備える、[1]に記載の鋼矢板の施工支援装置。

[4] 上記鋼矢板が少なくとも一部の施工条件で再利用可能ではない場合に

、再利用可能な状態にするための補修条件を示す情報、または再利用可能な施工条件を示す情報を生成する情報生成部をさらに備える、〔１〕に記載の鋼矢板の施工支援装置。

〔５〕上記寸法の履歴を収集する履歴収集部と、上記寸法の履歴から教師データを生成する教師データ生成部と、上記教師データを用いて、上記鋼矢板の再利用可能性の判定モデルを再学習する再学習部とをさらに備える、〔１〕に記載の鋼矢板の施工支援装置。

〔６〕上記履歴収集部は、上記寸法の履歴に加えて再利用時の上記鋼矢板の施工条件の履歴を収集し、上記教師データ生成部は、上記寸法の履歴および上記施工条件の履歴から上記教師データを生成する、〔５〕に記載の鋼矢板の施工支援装置。

〔７〕上記寸法を含む情報を個々の鋼矢板の管理情報として登録する情報登録部と、上記管理情報を出力する出力部とをさらに備える、〔１〕に記載の鋼矢板の施工支援装置。

〔８〕上記出力部は、上記管理情報を上記個々の鋼矢板に組み込まれた記録媒体に記録するために出力する、〔７〕に記載の鋼矢板の施工支援装置。

〔９〕壁体の延長方向の一方の端部から他方の端部に向かって、上記再利用可能性が高い順または上記再利用可能性が低い順に上記鋼矢板を配列する施工順序を示す情報を出力する出力部をさらに備える、〔１〕に記載の鋼矢板の施工支援装置。

〔１０〕鋼矢板の少なくとも１つの部分の寸法を計測する工程と、上記寸法をサーバーに記録された所定の条件と比較することによって、上記鋼矢板の再利用可能性を判定する工程とを含む、鋼矢板の施工支援方法。

〔１１〕〔１０〕に記載の鋼矢板の施工支援方法によって再利用可能と判定された鋼矢板を少なくとも一部に用いて壁体を構築する、壁体の施工方法。

〔１２〕上記壁体の延長方向の一方の端部から他方の端部に向かって、上記再利用可能性が高い順または上記再利用可能性が低い順に上記鋼矢板を配列する、〔１１〕に記載の壁体の施工方法。

〔13〕〔10〕に記載の鋼矢板の施工支援方法によって再利用可能と判定された上記鋼矢板を優先的に保有する、鋼矢板の管理方法。

〔14〕少なくとも1つの部分の寸法を所定の条件と比較することによって再利用可能性を判定された鋼矢板を少なくとも一部に用いて構築された壁体。

〔15〕上記鋼矢板は、上記壁体の延長方向の一方の端部から他方の端部に向かって、上記再利用可能性が高い順または上記再利用可能性が低い順に配列される、〔14〕に記載の壁体。

〔16〕上記壁体の少なくとも一部を構成する鋼矢板に、上記寸法を含む管理情報が記録された記録媒体が組み込まれている、〔15〕に記載の壁体。

〔17〕管理情報が記録された記録媒体が組み込まれた鋼矢板であって、上記管理情報は、所定の条件と比較することによって再利用可能性を判定可能な上記鋼矢板の少なくとも1つの部分の寸法を含む、鋼矢板。

〔18〕鋼矢板に組み込まれ、上記鋼矢板の管理情報が記録される記録媒体であって、上記管理情報は、所定の条件と比較することによって再利用可能性を判定可能な上記鋼矢板の少なくとも1つの部分の寸法を含む、記録媒体。

〔19〕鋼矢板の少なくとも1つの部分の寸法の入力を受け付ける機能と、上記寸法を所定の条件と比較することによって、上記鋼矢板の再利用可能性を判定する機能とをコンピュータに実現させるためのプログラム。

〔20〕壁体の延長方向の一方の端部から他方の端部に向かって、上記再利用可能性が高い順または上記再利用可能性が低い順に上記鋼矢板を配列する施工順序を提示する機能をさらに上記コンピュータに実現させる、〔19〕に記載のプログラム。

〔0008〕 上記の構成によれば、鋼矢板の再利用のための判定をシステム化することによって、鋼矢板の適切な再利用を進めることができる。具体的には、例えば、使用後の鋼矢板の測定や撮影が行われる様々な場所でリアルタイムに再利用可能であるか否かの判定結果が提供されることで、再利用する鋼矢板を

選別する処理を迅速化できる。また、場所に関わらず統一した基準で判定ができ、再学習などによって基準を更新することも可能であるため、施工条件などに合わせてきめ細かく判定を実施したり、再利用された鋼矢板の打設結果を反映させて判定の精度を高めたりすることもできる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の一実施形態に係る鋼矢板の施工支援方法を概略的に示す図である。

[図2]図1に示した例におけるサーバーの判定処理および再学習処理を示すフローチャートである。

[図3]図2に示した処理を実行する構成要素を示すブロック図である。

[図4]図1に示した例におけるサーバーの情報照会処理を示すフローチャートである。

[図5]図4に示した処理を実行する構成要素を示すブロック図である。

[図6]鋼矢板の変形量の例について説明するための図である。

[図7]鋼矢板の変形量の例について説明するための図である。

[図8]鋼矢板の変形量の例について説明するための図である。

[図9]鋼矢板の寸法を所定の条件と比較することによって再利用可能性を判定する例を概念的に示す図である。

[図10]鋼矢板の寸法を所定の条件と比較し、さらに再利用時の施工条件に応じて再利用可能性を判定する例を概念的に示す図である。

[図11]鋼矢板が再利用可能な状態が維持される限界条件を示す情報を生成する例を概念的に示す図である。

[図12]出力される判定結果の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、本明細書および図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複した説明を省略する。

[0011] 図1は、本発明の一実施形態に係る鋼矢板の施工支援方法を概略的に示す図である。図示された例では、まず、使用後の鋼矢板の少なくとも1つの部分の寸法を取得する。より具体的には、作業員が鋼矢板の寸法を測定するか、または鋼矢板の画像を撮影する。なお、寸法は必ずしも鋼矢板の全数で取得しなくてもよい。測定された寸法は、例えば数値として端末装置に入力され、ネットワークを介してサーバー10に送信される。また、撮影された画像は、例えば端末装置における画像解析によって鋼矢板の寸法の数値に変換されるか、または画像データのままでサーバー10に送信される。画像データがサーバー10に送信される場合、サーバー10において鋼矢板を含む画像データから鋼矢板の寸法を算出するための画像解析が実行される。サーバー10では後述するような処理によって鋼矢板が再利用可能であるか否かが判定され、判定結果がネットワークを介して端末装置に出力される。

[0012] なお、判定結果は例えば測定や撮影を実施したのと同じ端末装置に向けてリアルタイムで出力されてもよいし、測定や撮影が実施されたのとは異なる場所にある管理者向けの端末装置などで出力されてもよいし、サーバー10において蓄積されて必要に応じて読み出されてもよい。例えばリアルタイムで判定結果が出力される場合は、個々の鋼矢板を識別する情報がなくても判定結果を利用することができる。一方、例えば個々の鋼矢板を識別するIDなどが割り当ておよび記録されていれば、入力された情報や判定結果を蓄積し、任意の時点で任意の鋼矢板について判定結果を照会することができる。

[0013] 図2は、図1に示した例におけるサーバーの判定処理を示すフローチャートである。図3は、図2に示した処理を実行する構成要素を示すブロック図である。鋼矢板の施工支援装置として機能するサーバー10では、コンピュータがプログラムに従って動作し、以下で説明するような各部の機能を実装する。なお、プログラムは、例えばコンピュータのメモリに予め格納されていてもよいし、リムーバブル記録媒体から読み込まれてもよいし、ネットワークを介してダウンロードされてもよい。サーバー10の機能は、必ずしも端末装置と通信する単一のサーバー装置によって実装されなくてもよく、例

えば端末装置と通信するサーバー装置と、そのサーバー装置とインターネットなどを介して通信する別のサーバー装置とが協働することによってサーバー１０の機能が実装されてもよい。

[0014] まず、入力部１１０の処理として、使用後の鋼矢板の少なくとも１つの部分の寸法を示すデータの入力を受け付ける。既に述べたように、この処理は、直接的に測定された鋼矢板の寸法の数値などによる入力を受け付ける処理であってもよいし、鋼矢板を撮影した画像データから画像解析によって鋼矢板の寸法を算出する処理であってもよい。従って、入力部１１０に入力される情報は、数値など直接的に寸法を示すデータであってもよいし、画像データのような寸法の算出に用いることができるデータであってもよい。本明細書では、いずれの場合も鋼矢板の寸法の入力として扱う。ここで、入力される鋼矢板の少なくとも１つの部分の寸法は、例えば鋼矢板断面の二次元形状を示す寸法であってもよいし、鋼矢板全体の三次元形状を示す寸法、具体的には後述するような変形量である、反り変形量や曲がり変形量、ねじれ変形量等を示す寸法であってもよい。

[0015] 次に、判定部１２０の処理として、入力された鋼矢板の寸法を所定の条件と比較することによって、鋼矢板が再利用可能であるか否かを判定する。鋼矢板が再利用可能であるか否かは、例えば鋼矢板の変形量を閾値と比較することによって判定することができる。鋼矢板の変形量は、直接的に測定されてもよいし、測定された鋼矢板の寸法から変形量が算出されてもよい。単純な変形量の閾値による判定であっても、サーバー１０で行うことによって鋼矢板の寸法の測定や画像の撮影をする現場で基準がわからなくても判定が可能になる。また、鋼矢板の長さや板厚、断面形状などによって条件分けされた基準を設定することも容易である。また、鋼矢板が再利用可能であるか否かは、例えば１または複数の変形量から算出されるパラメータを閾値と比較することによって判定してもよい。

[0016] さらに、判定部１２０は、再利用時の鋼矢板の施工条件に応じて、鋼矢板が再利用可能であるか否かを判定してもよい。鋼矢板が実際に再利用可能で

あるか否かは、施工条件によっても異なりうる。例えば、再利用時に軟質な地盤に鋼矢板を打設する場合は、現時点での変形量が比較的大きくても、施工中に変形量が増大する可能性は低いため再利用が可能でありうる。一方、再利用時に硬質な地盤に鋼矢板を打設する場合は、現時点の変形量が比較的小さくても、施工中に変形量が増大して再利用が困難になる可能性がある。そこで、サーバー 10 では、入力部 110 を介して再利用時の鋼矢板の施工条件の入力を受け付け、判定部 120 は施工条件に応じて異なる基準で鋼矢板が再利用可能であるか否かを判定してもよい。より具体的には、例えば、1 または複数の変形量および施工条件から算出されるパラメータを閾値と比較することによって鋼矢板が再利用可能であるか否かを判定してもよい。

[0017] 判定部 120 による処理の後、情報生成部 130A、130B による処理は、必要に応じて実行される。情報生成部 130A は、判定部 120 において鋼矢板が再利用可能であると判定された場合に、再利用可能な状態が維持される限界条件を示す情報を生成する。限界条件は、例えば鋼矢板の再利用回数である。鋼矢板が再利用可能であるか否かの判定に変形量を利用する場合、現時点での変形量と鋼矢板が再利用可能ではなくなる変形量との差を再利用 1 回あたりの予測変形量で割ることによって再利用可能回数を算出することができる。あるいは、限界条件には、鋼矢板を再利用するときの施工条件が前提として含まれてもよい。これによって、例えば、軟質な地盤であればあと 3 回再利用可能であり、硬質な地盤であればあと 2 回再利用可能である、といったような状態を表現することができる。軟質な地盤と硬質な地盤とは、例えば N 値の範囲で示されてもよい。限界条件は必ずしも鋼矢板の再利用回数でなくてもよく、例えば再利用可能な施工条件であってもよい。例えば、再利用可能な地盤の N 値や打設深さを示す情報が生成されてもよい。また、例えば、複数の鋼矢板を縦継ぎして打設する場合に、深い位置に打設される先行の鋼矢板としては再利用が可能ではないが、浅い位置に打設される後続の鋼矢板としては再利用が可能であることを示す情報が生成されてもよい。

[0018] 情報生成部 130B は、判定部 120 において鋼矢板が少なくとも一部の施工条件で再利用可能ではないと判定された場合に、再利用可能な状態にするための補修条件を示す情報を生成する。補修条件は、例えば鋼矢板の矯正の種類や、矯正によって低減させる必要がある変形量である。例えば鋼矢板が再利用可能であるか否かを 1 または複数の変形量から算出されるパラメータを閾値と比較することによって判定している場合、パラメータに最も影響している変形量を矯正するための矯正の種類や、パラメータを閾値によって規定される範囲内に収めるために必要とされる変形量の低減幅の情報を生成してもよい。あるいは、情報生成部 130B は、鋼矢板が一部の施工条件では再利用可能である場合は、再利用可能な施工条件を示す情報を生成してもよい。この場合、例えば、施工条件として打設が可能な地盤の N 値や打設深さを示す情報が生成されてもよい。また、例えば、複数の鋼矢板を縦継ぎして打設する場合に、深い位置に打設される先行の鋼矢板としては再利用が可能ではないが、浅い位置に打設される後続の鋼矢板としては再利用が可能であることを示す情報が生成されてもよい。

[0019] 出力部 140 は、判定部 120 による判定結果や、情報生成部 130A、130B が生成した情報を出力する。例えば、出力部 140 は、判定結果として後述する例のような複数の鋼矢板についてのリスト表示を出力してもよい。また、出力部 140 は、壁体の延長方向の一方の端部から他方の端部に向かって再利用可能性が高い順、または低い順に前記鋼矢板を配列する施工順序を示す情報を出力してもよい。これらの例に限られず、出力部 140 は鋼矢板の再利用可能性や限界条件、補修条件、または管理情報などの各種の情報を出力する。既に述べたように、出力部 140 は、例えば入力部 110 に対して情報を入力したのと同じ端末装置に向けて情報を出力してもよいし、情報を入力したのとは異なる端末装置に向けて出力してもよい。あるいは、出力部 140 は情報をサーバー 10 または外部装置の記録装置に出力し、記録装置において情報が蓄積されてもよい。蓄積された情報は、任意の時点で読み出されて出力できる他、後述する情報照会処理において履歴として照

会することもできる。

[0020] 図2には、サーバー10における再学習処理も示されている。再学習処理は、例えばサーバー10に入力された鋼矢板の寸法の履歴を利用して、鋼矢板が再利用可能であるか否かの判定モデルを再学習する処理である。サーバー10は必ずしも再学習処理を有さなくてもよいが、再学習処理によって判定の精度を向上させることができる。

[0021] 再学習処理では、履歴収集部150が鋼矢板の打設結果に基づいて寸法や施工条件の履歴を収集する。履歴収集部150は、例えば個々の鋼矢板について施工前後での寸法の履歴を収集してもよいし、施工条件の履歴を収集してもよい。これらのデータは、過去に入力部110を介して入力されたものでありうる。また、履歴収集部150は、鋼矢板の寸法から算出されるパラメータ、施工条件から算出されるパラメータ、または鋼矢板の寸法と施工条件との組み合わせから算出されるパラメータの履歴を収集してもよい。これらのパラメータは、過去に判定部120において算出されたものでありうる。上記のようなパラメータを収集する場合も、履歴収集部150は間接的に寸法の履歴または施工条件の履歴を収集している。教師データ生成部160は収集された履歴を含むデータから教師データを生成し、再学習部170が生成された教師データを用いてモデルを再学習する。本実施形態で判定部120が実行する鋼矢板が再利用可能であるか否かの判定には、例えば現時点での鋼矢板の変形量に基づいて、鋼矢板を再利用した場合の鋼矢板の変形量を予測するモデルを利用することができる。上記のように実際の再利用の前後における鋼矢板の寸法の変化を反映した教師データを用いて再学習を行えば、モデルの精度を高めることによって再利用後の鋼矢板の変形量をより正確に予測し、再利用可能であるか否かの判定を適切に行うことができる。判定部120が鋼矢板の施工条件に応じて判定を行う場合は、施工条件ごとに教師データの生成やモデルの再学習を行ってもよい。あるいは、現時点での鋼矢板の変形量に加えて施工条件を入力とするモデルを用いてもよい。

[0022] 図4は、図1に示した例におけるサーバーの情報照会処理を示すフローチ

ャートである。図5は、図4に示した処理を実行する構成要素を示すブロック図である。既に述べたように、本実施形態において、サーバー10はリアルタイムで判定結果を出力してもよいし、入力された情報や判定結果を蓄積して任意の時点で照会可能にしてもよい。この場合、サーバー10は個々の鋼矢板を識別し、それぞれの鋼矢板の管理情報として情報を蓄積し照会可能にしてもよい。情報照会処理では、情報取得部180が個々の鋼矢板について情報を取得する。取得される情報は、例えば入力部110を介して入力される情報や判定部120が算出するパラメータなど、再学習処理で履歴収集部150が収集する情報と同様の情報であり、鋼矢板の寸法や施工条件の履歴を含む。情報登録部190は取得された情報を個々の鋼矢板の管理情報としてデータベース191に登録し、情報紐づけ部200はデータベース191に登録された管理情報を過去に登録されてきた管理情報と関連付けて記録する。出力部210は、データベース191に登録された管理情報を出力する。上記の判定処理における情報の出力と同様に、管理情報は端末装置に向けて出力されてもよいし、記録装置に出力されてもよい。また、出力部210は、個々の鋼矢板に組み込まれた記録媒体に記録するために管理情報を出力してもよい。

[0023] 鋼矢板に組み込まれる記録媒体として、例えば国際公開2024/076299号に記載されたラベルを利用することができる。このラベルは光学的なコードの読み取り、およびNFC（Near Field Communication：近距離無線通信）によってラベルが取り付けられた鋼部材などの識別情報を読み取ることが可能である。例えばこのラベルのような記録媒体に、上述したような管理情報、具体的には所定の条件と比較することによって再利用可能性を判定可能な鋼矢板の少なくとも1つの部分の寸法を記録してもよい。上記のラベルの例に限られず、鋼矢板に組み込むことが可能な各種の記録媒体を同様に利用することができる。このような管理情報が記録された記録媒体や、記録媒体が組み込まれた鋼矢板も、本発明の実施形態に含まれる。

[0024] 図6から図8は、鋼矢板の変形量の例について説明するための図である。

図6に示されているのは鋼矢板の反り変形量 d_1 であり、鋼矢板がなす壁体の面に対して垂直な方向での変形である。反り変形量 d_1 は、例えば鋼矢板の上下方向の両端を通る直線と、鋼矢板の中間部で当該直線から最も離れている部分との間の距離として測定される。図7に示されているのは曲がり変形量 d_2 であり、鋼矢板がなす壁体の面に対して平行、かつ鋼矢板の高さ方向に対して垂直な方向（打設時の水平方向）での変形である。曲がり変形量 d_2 は、例えば鋼矢板の上下方向の両端、かつ幅方向の一方の端を通る直線と、鋼矢板の中間部で当該直線から最も離れている部分との間の距離として測定される。図8に示されているのはねじれ変形量 d_3 であり、鋼矢板の4つの角（上下方向の両端、かつ幅方向の両端）のうち3つの角を同一平面上に位置させた場合に、残りの1つの角と平面との距離である。上述したように、本実施形態では、このような鋼矢板の変形量や、複数の変形量から算出されるパラメータを閾値と比較することによって、鋼矢板が再利用可能であるか否かが判定されてもよい。

[0025] 以上で説明したような本発明の実施形態によれば、サーバー10を用いて鋼矢板の再利用のための判定をシステム化することによって、鋼矢板の適切な再利用を進めることができる。具体的には、例えば、使用後の鋼矢板の測定や撮影が行われる様々な場所でリアルタイムに再利用可能であるか否かの判定結果が提供されることで、再利用する鋼矢板を選別する処理を迅速化できる。また、場所に関わらず統一した基準で判定ができ、再学習などによって基準を更新することも可能であるため、施工条件などに合わせてきめ細かく判定を実施したり、再利用された鋼矢板の打設結果を反映させて判定の精度を高めたりすることもできる。

[0026] 上記の例では鋼矢板の再利用可能性の判定が、鋼矢板が再利用可能であるか否かの二値的な判定として実施されたが、本発明の実施形態はこのような例には限られない。例えば、鋼矢板の変形量や、鋼矢板の変形量または変形量および施工条件から算出されるパラメータの閾値との差分の大きさから、鋼矢板の再利用可能性を示すスコアを算出してもよい。このスコアをさらに

閾値と比較することによって鋼矢板が再利用可能であるか否かが判定されてもよいし、スコア自体が鋼矢板の再利用可能性として出力されてもよい。また、高いほど変形が小さいことを示すスコアが算出されているような場合に、複数の鋼矢板についてスコアが高いもの、すなわち再利用可能性が高いものから順に再利用優先度を示す順位がつけられてもよい。

[0027] 本発明の実施形態は、再利用可能性が判定された鋼矢板によって構築された壁体を含む。壁体は必ずしも全部が再利用可能性を判定された鋼矢板で構成されなくてもよく、少なくとも一部に再利用可能性が判定された鋼矢板が用いられていればよい。再利用可能性を判定された鋼矢板には、上述したような管理情報が記録された記録媒体が組み込まれていてもよい。再利用可能性として上記のようなスコアが算出される場合、壁体の施工時において、壁体の延長方向の一方の端部から他方の端部に向かって、再利用可能性が高い順、または再利用可能性が低い順に鋼矢板を配列することができる。これによって、例えば、再利用可能性が低い鋼矢板、すなわち再利用のための限界状態に近く次の引き抜き後には再利用可能ではなくなる可能性が相対的に高い鋼矢板が集められることになり、引き抜き後の鋼矢板の管理が容易になる。また、再利用可能性が低い鋼矢板は打設時の施工にあたっても注意を要する場合があります、そのような鋼矢板が散在しているよりも集められている方が施工はしやすくなる。また、本発明の実施形態は、再利用可能性が判定され、再利用可能と判定された鋼矢板を優先的に保有する鋼矢板の管理方法を含む。

[0028] なお、図示された例ではハット形断面の鋼矢板が例示されたが、本発明の実施形態はハット形には限らずU形、Z形、直線鋼矢板など各種の断面の鋼矢板の再利用の可否を判定するために利用することができる。U形に比べると仮設構造物での使用例が少ないハット形などの断面の鋼矢板でも、システム化することによって判定の基準を統一したり、多数の打設結果を判定基準に反映させたりすることによって、鋼矢板の適切な再利用を進めることができる。

[0029] 以下では、本発明の実施形態のさらなる具体例について説明する。

[0030] 図9は、鋼矢板の寸法を所定の条件と比較することによって再利用可能性を判定する例を概念的に示す図である。鋼矢板の寸法の具体的な例を以下の表1に示す。このような鋼矢板の寸法の1つまたは複数について、上限値および下限値、または上限値もしくは下限値のいずれかによって再利用可能範囲を設定することができる。例えば、寸法が所定の値に対して大きすぎるか、または小さすぎると、例えば継手の嵌合が困難になり、壁体としての機能が発揮されない場合がある。この場合、鋼矢板の寸法が再利用可能範囲内にある場合（鋼矢板1）は再利用可能と判定され、鋼矢板の寸法が再利用可能範囲内でない場合（鋼矢板2および鋼矢板3）は再利用可能ではないと判定される。複数の寸法に基づいて判定する場合、すべての寸法が再利用可能範囲内にある場合に鋼矢板は再利用可能であると判定される。図示された例ではOKまたはNGのいずれかで判定されているが、例えば再利用可能範囲の上限または下限に近づくほど小さくなるようなスコアを算出し、スコアが高いほど再利用可能性が高いという判定をしてもよい。複数の寸法についてスコアを算出する場合、例えばそれぞれの寸法で算出されたスコアの平均値が出力されてもよいし、最も低いスコアが代表値として出力されてもよい。また、例えば杭の施工管理で用いられる積分電流値（掘削機の電流値と掘削時間の積）と同様のバイブロハンマの定格出力と打設時間との積のように、2つ以上の属性を示す施工条件の値が用いられてもよい。

[0031]

[表1]

項目	具体例
寸法	高さ
	板厚
	長さ
	全幅
	断面直角切断差
	全幅差
	端曲がり
	継手開口幅
	フランジ角度
	アーム角度
	反り
	曲がり
	ねじれ
施工条件	バイブロハンマの振動数
	バイブロハンマの振幅
	バイブロハンマの油圧
	バイブロハンマの定格出力
	圧入機の圧入力
	圧入機の引抜き力
	圧入機のストローク
	ラムの重量
	ラムの落下ストローク
	ウォータージェットカッターの台数
	ウォータージェットカッターの吐出圧力
	ウォータージェットカッターの吐出量
	アースオーガーの回転数
	アースオーガーのトルク値
	打設時間
	最大N値層での打設時間
	N値
	先端深度
	打設回数

表1: 寸法および施工条件の具体例

[0032] 表1には、施工条件の具体的な例も示されている。鋼矢板の打設には、例えばバイブロハンマ、圧入機またはディーゼルハンマなどの施工機械が用い

られるが、バイブロハンマまたは圧入機を用いる場合は、表 1 に示した施工条件の 1 または複数を用いることができる。また、ディーゼルハンマを用いる場合は、表 1 に示したラムに関する施工条件を用いることができる。ウォータージェットは、地中で水を噴射することによって鋼矢板の貫入を円滑化のために用いられる。鋼矢板の施工にあたってウォータージェットを使用する場合は、上記のような施工機械に関する条件とともにウォータージェットに関する施工条件を用いることができる。アースオーガーは、鋼矢板に隣接した領域、具体的にはハット形鋼矢板や U 形鋼矢板のウェブの内側などを掘削することによって鋼矢板の貫入を円滑化するために用いられる。鋼矢板の施工にあたってアースオーガーを使用する場合は、上記のような施工機械に関する条件とともにアースオーガーに関する施工条件を用いることができる。打設時間や地盤の N 値、先端深度などの施工条件は、使用される施工機械にかかわらず共通して用いることができる。また、打設回数は、例えば再利用される鋼矢板が何回目に打設されるかを示す。

[0033] 図 10 は、鋼矢板の寸法を所定の条件と比較し、さらに再利用時の施工条件に応じて再利用可能性を判定する例を概念的に示す図である。図示された例では、鋼矢板の現時点の寸法から施工条件に応じて再利用後の変形量が予測される。鋼矢板の現時点の寸法が再利用可能範囲内にある場合に、再利用時の鋼矢板の施工条件の入力を受け付け、施工条件から予測された変形量を加えた寸法が再利用可能範囲内にあるか否かを判定する。施工条件 A の場合（ケース A）は、施工後の寸法も再利用可能範囲内にあるため、再利用可能（OK）と判定される。一方、施工条件 B の場合（ケース B）は、施工後の寸法が再利用可能範囲内にないため、再利用可能ではない（NG）と判定される。なお、簡単のために変形量が施工条件のパラメータに対して線形で増加する例を示しているが、この例に限らず、施工条件と変形量との関係はより高次の関数、または指数関数や三角関数などの非線形の関数で表されてもよい。また、施工条件によってはパラメータに対して変形量が減少する、すなわち他の施工条件の場合とは逆の方向に変化する場合があってもよい。

[0034] 図 1 1 は、鋼矢板が再利用可能な状態が維持される限界条件を示す情報を生成する例を概念的に示す図である。図示された例では、上記の図 1 0 と同様に鋼矢板の現時点の寸法から再利用後の変形量が予測されるが、1 回の施工では変形量が再利用可能範囲を超えない場合に、同様の施工を何回実施したら変形量が再利用可能範囲を超えるかが判定される。図示された例では 3 回目の施工までは変形量が再利用可能範囲にあるため、施工回数として 3 回が鋼矢板の限界施工条件、具体的には再利用可能回数として特定される。例えば地盤の N 値などの施工条件が変われば、施工条件と変形量との関係（図示された例でいえば、例えば直線の傾き）も変化するため、既に述べた例のように軟質な地盤であればあと 3 回再利用可能であり、硬質な地盤であればあと 2 回再利用可能である、といったような状態も表現することができる。

[0035] なお、図 1 0 や図 1 1 の例に示された施工条件と変形量との関係を表す関数は、上述したような再学習処理によって更新されてもよい。ハット形、U 形、Z 形、または直線鋼矢板などの鋼矢板の種類に応じて使用する関数が選択されてもよい。また、ある施工条件と変形量との関係を表す複数の関数から、別の施工条件に応じて使用する関数が選択されてもよい。具体的には、例えば、バイプロハンマに関する施工条件と変形量との関係を表す関数が、N 値などの地盤に関する施工条件に応じて選択されてもよい。

[0036] 図 1 2 は、出力される判定結果の例を示す図である。図示された例では、複数の鋼矢板について、再利用可能であるか否かの判定結果がリスト表示されている。リストには、鋼矢板の ID や再利用可能であるか否かに加えて、図示された例のように鋼矢板の寸法や、当該寸法の再利用可能範囲が表示されてもよい。このような判定結果は、例えば端末装置の画面に表示されてもよいし、印刷して出力されてもよい。また、判定結果が蓄積されて、履歴として照会されてもよい。

符号の説明

[0037] 1 0 …サーバー、1 1 0 …入力部、1 2 0 …判定部、1 3 0 A、1 3 0 B …情報生成部、1 4 0 …出力部、1 5 0 …履歴収集部、1 6 0 …教師データ

生成部、１７０…再学習部、１８０…情報取得部、１９０…情報登録部、１
９１…データベース、２００…情報紐づけ部、２１０…出力部。

請求の範囲

- [請求項1] 鋼矢板の少なくとも1つの部分の寸法の入力を受け付ける入力部と、
- 前記寸法を所定の条件と比較することによって、前記鋼矢板の再利用可能性を判定する判定部と
- を備える、鋼矢板の施工支援装置。
- [請求項2] 前記入力部は、さらに、再利用時の前記鋼矢板の施工条件の入力を受け付け、
- 前記判定部は、前記施工条件に応じて前記鋼矢板の再利用可能性を判定する、請求項1に記載の鋼矢板の施工支援装置。
- [請求項3] 前記鋼矢板が再利用可能である場合に、再利用可能な状態が維持される限界条件を示す情報を生成する情報生成部をさらに備える、請求項1に記載の鋼矢板の施工支援装置。
- [請求項4] 前記鋼矢板が少なくとも一部の施工条件で再利用可能ではない場合に、再利用可能な状態にするための補修条件を示す情報、または再利用可能な施工条件を示す情報を生成する情報生成部をさらに備える、請求項1に記載の鋼矢板の施工支援装置。
- [請求項5] 前記寸法の履歴を収集する履歴収集部と、
- 前記寸法の履歴から教師データを生成する教師データ生成部と、
- 前記教師データを用いて、前記鋼矢板の再利用可能性の判定モデルを再学習する再学習部と
- をさらに備える、請求項1に記載の鋼矢板の施工支援装置。
- [請求項6] 前記履歴収集部は、前記寸法の履歴に加えて再利用時の前記鋼矢板の施工条件の履歴を収集し、
- 前記教師データ生成部は、前記寸法の履歴および前記施工条件の履歴から前記教師データを生成する、請求項5に記載の鋼矢板の施工支援装置。
- [請求項7] 前記寸法を含む情報を個々の鋼矢板の管理情報として登録する情報

登録部と、

前記管理情報を出力する出力部と

をさらに備える、請求項 1 に記載の鋼矢板の施工支援装置。

[請求項8] 前記出力部は、前記管理情報を前記個々の鋼矢板に組み込まれた記録媒体に記録するために出力する、請求項 7 に記載の鋼矢板の施工支援装置。

[請求項9] 壁体の延長方向の一方の端部から他方の端部に向かって、前記再利用可能性が高い順または前記再利用可能性が低い順に前記鋼矢板を配列する施工順序を示す情報を出力する出力部をさらに備える、請求項 1 に記載の鋼矢板の施工支援装置。

[請求項10] 鋼矢板の少なくとも 1 つの部分の寸法を計測する工程と、
前記寸法をサーバーに記録された所定の条件と比較することによって、前記鋼矢板の再利用可能性を判定する工程と
を含む、鋼矢板の施工支援方法。

[請求項11] 請求項 10 に記載の鋼矢板の施工支援方法によって再利用可能と判定された鋼矢板を少なくとも一部に用いて壁体を構築する、壁体の施工方法。

[請求項12] 前記壁体の延長方向の一方の端部から他方の端部に向かって、前記再利用可能性が高い順または前記再利用可能性が低い順に前記鋼矢板を配列する、請求項 11 に記載の壁体の施工方法。

[請求項13] 請求項 10 に記載の鋼矢板の施工支援方法によって再利用可能と判定された前記鋼矢板を優先的に保有する、鋼矢板の管理方法。

[請求項14] 少なくとも 1 つの部分の寸法を所定の条件と比較することによって再利用可能性を判定された鋼矢板を少なくとも一部に用いて構築された壁体。

[請求項15] 前記鋼矢板は、前記壁体の延長方向の一方の端部から他方の端部に向かって、前記再利用可能性が高い順または前記再利用可能性が低い順に配列される、請求項 14 に記載の壁体。

- [請求項16] 前記壁体の少なくとも一部を構成する鋼矢板に、前記寸法を含む管理情報が記録された記録媒体が組み込まれている、請求項15に記載の壁体。
- [請求項17] 管理情報が記録された記録媒体が組み込まれた鋼矢板であって、
前記管理情報は、所定の条件と比較することによって再利用可能性を判定可能な前記鋼矢板の少なくとも1つの部分の寸法を含む、鋼矢板。
- [請求項18] 鋼矢板に組み込まれ、前記鋼矢板の管理情報が記録される記録媒体であって、
前記管理情報は、所定の条件と比較することによって再利用可能性を判定可能な前記鋼矢板の少なくとも1つの部分の寸法を含む、記録媒体。
- [請求項19] 鋼矢板の少なくとも1つの部分の寸法の入力を受け付ける機能と、
前記寸法を所定の条件と比較することによって、前記鋼矢板の再利用可能性を判定する機能と
をコンピュータに実現させるためのプログラム。
- [請求項20] 壁体の延長方向の一方の端部から他方の端部に向かって、前記再利用可能性が高い順または前記再利用可能性が低い順に前記鋼矢板を配列する施工順序を提示する機能をさらに前記コンピュータに実現させる、請求項19に記載のプログラム。