(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6576473号
(P6576473)
(45)発行日　令和1年9月18日(2019.9.18)　(24)登録日　令和1年8月30日(2019.8.30)

(51)Int.Cl.　F I
G01N 21/88 (2006.01)　G01N 21/88 J
G06T 7/60 (2017.01)　G06T 7/60 110

請求項の数 13　(全 27 頁)

(21)出願番号　特願2017-562519(P2017-562519)
(86)(22)出願日　平成29年1月10日(2017.1.10)
(86)国際出願番号　PCT/JP2017/000502
(87)国際公開番号　WO2017/126367
(87)国際公開日　平成29年7月27日(2017.7.27)
審査請求日　平成30年6月18日(2018.6.18)
(31)優先権主張番号　特願2016-10709(P2016-10709)
(32)優先日　平成28年1月22日(2016.1.22)
(33)優先権主張国・地域又は機関
日本国(JP)

(73)特許権者　306037311
富士フイルム株式会社
東京都港区西麻布２丁目２６番３０号
(74)代理人　100083116
弁理士　松浦　憲三
(72)発明者　苅部　樹彦
東京都港区赤坂９丁目７番３号　富士フイルム株式会社内

審査官　越柴　洋哉

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ひび割れ情報編集装置、ひび割れ情報編集方法およびひび割れ情報編集プログラム

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
構造物の表面画像の画像解析により検出される構造物のひび割れについてのひび割れ情報を取得するひび割れ情報取得部と、
前記ひび割れ情報取得部が取得したひび割れ情報に基づいて、ひび割れ情報を識別するラベルを付与するラベリング部と、
前記ひび割れ情報を示す映像を前記表面画像に重畳して表示するとともに、前記ラベリング部の付与したラベルを示す映像を、前記ひび割れ情報を示す映像に関連づけて表示する表示部と、
前記表示部の表示したラベルの中から、任意のラベルの選択を受け付け可能なラベル選択部と、
前記ラベル選択部が選択を受け付けたラベルに関連づけられたひび割れ情報の編集を受け付けるひび割れ情報編集部と、
を備えるひび割れ情報編集装置。
【請求項２】
前記ひび割れ情報編集部が受け付けるひび割れ情報の編集は、前記ひび割れ情報を削除すること、任意に選択された複数のラベルに関連づけられた複数の不連続なひび割れ情報同士を１つの連続したひび割れ情報に結合すること、または前記複数の不連続なひび割れ情報同士の結合を解除することを含む請求項１に記載のひび割れ情報編集装置。
【請求項３】

前記ラベリング部は、前記ひび割れ情報の編集に応じ、前記ひび割れ情報取得部が取得したひび割れ情報のラベルを更新し、
前記表示部は、前記ひび割れ情報の編集に応じ、前記ひび割れ情報を示す映像と前記ラベルを示す映像を更新する請求項２に記載のひび割れ情報編集装置。
【請求項４】
前記ひび割れ情報の削除が前記ひび割れ情報編集部によって受け付けられた場合、
前記ラベリング部は、前記選択されたラベルを削除し、
前記表示部は、前記選択されたラベルに対応するひび割れ情報を示す映像の表示を停止する請求項３に記載のひび割れ情報編集装置。
【請求項５】
前記複数のひび割れ情報同士の結合が前記ひび割れ情報編集部によって受け付けられた場合、
前記ラベリング部は、前記結合が受け付けられた複数のひび割れ情報同士に共通のラベルを付与し、
前記表示部は、前記共通のラベルを示す映像を前記結合した複数のひび割れ情報同士を示す映像に関連づけて表示する請求項３に記載のひび割れ情報編集装置。
【請求項６】
前記複数のひび割れ情報同士の結合の解除が前記ひび割れ情報編集部によって受け付けられた場合、
前記ラベリング部は、前記結合の解除が受け付けられた複数のひび割れ情報同士を互いに区別可能なラベルを前記複数のひび割れ情報のそれぞれに付与し、
前記表示部は、前記複数のひび割れ情報のそれぞれを示す映像に前記区別可能なラベルのそれぞれを関連づけて表示する請求項３に記載のひび割れ情報編集装置。
【請求項７】
前記表示部は、前記ひび割れ情報を示す映像外の位置に、前記ラベリング部の付与したラベルを示す映像を表示する請求項１～６のいずれか１項に記載のひび割れ情報編集装置。
【請求項８】
前記ラベルを示す映像は、前記ひび割れ情報取得部が取得したひび割れ情報ごとのラベルを個別に含む吹き出しまたは前記ひび割れ情報取得部が取得したひび割れ情報のラベルを複数含む一覧表である請求項１～７のいずれか１項に記載のひび割れ情報編集装置。
【請求項９】
前記表示部は、前記選択されたラベルに関連づけられたひび割れ情報の映像を強調表示する請求項１～８のいずれか１項に記載のひび割れ情報編集装置。
【請求項１０】
前記ひび割れ情報取得部は、クラスカル法、プリム法、ニューラルネット収束演算、およびパーコレイション法のうち少なくとも１つにより、前記構造物のひび割れについてのひび割れ情報を取得する請求項１～９のいずれか１項に記載のひび割れ情報編集装置。
【請求項１１】
前記ひび割れ情報は、ひび割れの幅、長さ、および向きを含むベクトルデータである請求項１～１０のいずれか１項に記載のひび割れ情報編集装置。
【請求項１２】
コンピュータが、
構造物の表面画像の画像解析により検出される構造物のひび割れについてのひび割れ情報を取得するステップと、
前記取得したひび割れ情報に基づいて、ひび割れ情報を識別するラベルを付与するステップと、
前記ひび割れ情報を示す映像を前記表面画像に重畳して表示するとともに、前記付与したラベルを示す映像を、前記ひび割れ情報を示す映像に関連づけて表示するステップと、
前記表示したラベルの中から、任意のラベルの選択を受け付けるステップと、

前記選択を受け付けたラベルに関連づけられたひび割れ情報の編集を受け付けるステップと、
を実行するひび割れ情報編集方法。
【請求項１３】
請求項１２に記載のひび割れ情報編集方法をコンピュータに実行させるためのひび割れ情報編集プログラム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ひび割れ情報編集装置、ひび割れ情報編集方法およびひび割れ情報編集プログラムに関し、特に、構造物のひび割れに関するひび割れ情報を編集するためのひび割れ情報編集装置、ひび割れ情報編集方法およびひび割れ情報編集プログラムに関する。
【背景技術】
【０００２】
橋梁、トンネル、道路、及びビル等の構造物には各種の損傷が発生し、時間と共に損傷が大きくなってゆくため、構造物の安全を確保するには、損傷の状況に応じて補修を行う必要がある。従来、損傷の検査は作業員による目視あるいは器具を用いた検査により行われてきたが、検査時間及びコスト、作業場所の環境等の問題により、近年は撮像装置及び／または画像処理装置により電子的な処理が行われるようになってきている。
【０００３】
特許文献１によると、ひび割れの検知装置が、画素値に関する特徴量選定とニューラルネット収束演算により、ひび割れ候補画像を生成する。候補画像におけるひび割れ判定では、ひび割れ候補画像の決定と、その近傍範囲内にある画素の連結判定を行っている。また、隣接画素のユークリッド距離に基づき、飛び地であってひび割れではないとする判定を行う。
【０００４】
特許文献２には、連結する黒画素（または白画素）の塊に対して同じラベル（番号）を割り当て、異なる連結成分どうしは異なるラベル（番号）を割り当てるラベリング処理が記載されており、これにより、ひび割れ等の損傷領域のラベル、汚れなどのラベルに分けることができる。
【０００５】
また、ラベリング処理されたラベリング画像は、”１”の集合、すなわち”１”の塊に対して、「Ａ」、「Ｂ」及び「Ｃ」というラベルを割り当てたものであり、ラベル「Ａ」はひび割れ部分のラベルで、ラベル「Ｂ」及び「Ｃ」は汚れなどに対する塊部分であることが識別できるようになっている。また、ラベルとして記号を付したが、番号であっても良いものとしている。さらに、画像上に現れたひび割れ部分にラベルを割り当て、そのラベリング画像からひび割れ部分の画素数を計測し、画素数及び分解能からひび割れ幅及び長さを計測する。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００６】
【特許文献１】特開2011-242365号公報
【特許文献２】特開2002-174601号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００７】
ひび割れは不連続な形状であることが多く、断続的な線群を１本のひび割れと判定することが難しい。
【０００８】
この点、特許文献１では、ユークリッド距離で連結判定をしており、１本のひび割れが

適切に接続されない可能性がある。すなわち、ユークリッド距離が離れていても、人間の目から見て一本のひび割れと認識されるものもあり、ユークリッド距離のみを基準とするひび割れの接続は、実運用上のひび割れの接続と相いれない可能性がある。

【０００９】

このため、特許文献１のような自動的なひび割れ検出結果に対し、ユーザが特定のひび割れのみを指定する操作を行うことで、自動的なひび割れ検出結果を編集することも考えられる。例えば、誤検出と判断してひび割れを１本丸ごと削除する場合などである。

【００１０】

もっとも、コンクリートに生じるひび割れは、進行するほどその形状が複雑になるため、画像上に密集したひび割れから所望のひび割れのみを指定する際、適切な位置をポインティングするのは時間のかかる作業であり、間違いも起こりやすい。

【００１１】

また、各ひび割れの位置や領域が事前に分かっていないと、位置や領域の選択に時間がかかり、形状の複雑さから間違いが起こりやすい。特に、ひび割れは断続的な形状であり、検出結果もその形状に従って不連続になるため、領域選択は容易でない。ひび割れが密集していると、領域選択の難易度はさらに高まる。

【００１２】

しかし、特許文献２の技術では、ひび割れと汚れをラベルで識別することはできるが、ラベルによりひび割れ等の欠陥情報を指定したり、その指定した欠陥情報を削除（編集等）することはできない。

【００１３】

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、不連続なひび割れを適切にラベリングすることで、１本のひび割れを簡単に指定して編集できるようにすることにある。

【課題を解決するための手段】

【００１４】

上記の課題を解決するため、本願発明の第１態様に係るひび割れ情報編集装置は、構造物の表面画像の画像解析により検出される構造物のひび割れについてのひび割れ情報を取得するひび割れ情報取得部と、ひび割れ情報取得部が取得したひび割れ情報に基づいて、ひび割れ情報を識別するラベルを付与するラベリング部と、ひび割れ情報を示す映像を表面画像に重畳して表示するとともに、ラベリング部の付与したラベルを示す映像を、ひび割れ情報を示す映像に関連づけて表示する表示部と、表示部の表示したラベルの中から、任意のラベルの選択を受け付け可能なラベル選択部と、ラベル選択部が選択を受け付けたラベルに関連づけられたひび割れ情報の編集を受け付けるひび割れ情報編集部と、を備える。

【００１５】

この態様に係るひび割れ情報編集装置は、ラベル選択により、選択されたラベルに関連づけられたひび割れ情報の編集を受け付けることができる。このため、ユーザ操作によるひび割れ情報の選択と編集が容易である。

【００１６】

本願発明の第２態様に係るひび割れ情報編集装置において、ひび割れ情報編集部が受け付けるひび割れ情報の編集は、ひび割れ情報を削除すること、任意に選択された複数のラベルに関連づけられた複数の不連続なひび割れ情報同士を１つの連続したひび割れ情報に結合すること、または複数の不連続なひび割れ情報同士の結合を解除することを含む。

【００１７】

ラベル選択により、選択されたラベルに関連づけられたひび割れ情報の削除、結合、結合の解除を受け付けることができる。このため、ユーザ操作によるひび割れ情報の編集が容易である。

【００１８】

本願発明の第３態様に係るひび割れ情報編集装置において、ラベリング部は、ひび割れ

情報の編集に応じ、ひび割れ情報取得部が取得したひび割れ情報のラベルを更新し、表示部は、ひび割れ情報の編集に応じ、ひび割れ情報を示す映像とラベルを示す映像を更新する。

【００１９】

これにより、選択したラベルに関連するひび割れ情報の編集結果が視覚的に容易に確認できる。

【００２０】

本願発明の第４態様に係るひび割れ情報編集装置において、ひび割れ情報の削除がひび割れ情報編集部によって受け付けられた場合、ラベリング部は、選択されたラベルを削除し、表示部は、選択されたラベルに対応するひび割れ情報を示す映像の表示を停止する。

【００２１】

これにより、選択したラベルに関連するひび割れ情報の削除結果が視覚的に容易に確認できる。

【００２２】

本願発明の第５態様に係るひび割れ情報編集装置において、複数のひび割れ情報同士の結合がひび割れ情報編集部によって受け付けられた場合、ラベリング部は、結合が受け付けられた複数のひび割れ情報同士に共通のラベルを付与し、表示部は、共通のラベルを示す映像を結合した複数のひび割れ情報同士を示す映像に関連づけて表示する。

【００２３】

これにより、選択したラベルに関連するひび割れ情報の結合結果が視覚的に容易に確認できる。

【００２４】

本願発明の第６態様に係るひび割れ情報編集装置において、複数のひび割れ情報同士の結合の解除がひび割れ情報編集部によって受け付けられた場合、ラベリング部は、結合の解除が受け付けられた複数のひび割れ情報同士を互いに区別可能なラベルを複数のひび割れ情報のそれぞれに付与し、表示部は、複数のひび割れ情報のそれぞれを示す映像に区別可能なラベルのそれぞれを関連づけて表示する。

【００２５】

これにより、選択したラベルに関連するひび割れ情報の結合の解除結果が視覚的に容易に確認できる。

【００２６】

本願発明の第７態様に係るひび割れ情報編集装置において、表示部は、ひび割れ情報を示す映像外の位置に、ラベリング部の付与したラベルを示す映像を表示する。

【００２７】

これにより、ラベルとひび割れ情報の映像が干渉せず視認性が向上する。

【００２８】

本願発明の第８態様に係るひび割れ情報編集装置において、ラベルを示す映像は、ひび割れ情報取得部が取得したひび割れ情報ごとのラベルを個別に含む吹き出しまたはひび割れ情報取得部が取得したひび割れ情報のラベルを複数含む一覧表である。

【００２９】

ひび割れ情報のラベルを含む吹き出し、またはひび割れ情報のラベルを複数含む一覧表から任意のラベルを選択できるので、ラベルの選択が容易である。

【００３０】

本願発明の第９態様に係るひび割れ情報編集装置において、表示部は、選択されたラベルに関連づけられたひび割れ情報の映像を強調表示する。

【００３１】

これにより、選択されたラベルに関連するひび割れ情報の識別が容易である。

【００３２】

本願発明の第１０態様に係るひび割れ情報編集装置において、ひび割れ情報取得部は、クラスカル法、プリム法、ニューラルネット収束演算、パーコレイション法などにより、

構造物のひび割れについてのひび割れ情報を取得する。
【００３３】
本願発明の第１１態様に係るひび割れ情報編集装置において、ひび割れ情報は、ひび割れの幅、長さ、および向きを含むベクトルデータである。
【００３４】
本願発明の第１２態様に係るひび割れ情報編集方法は、コンピュータが、構造物の表面画像の画像解析により検出される構造物のひび割れについてのひび割れ情報を取得するステップと、取得したひび割れ情報に基づいて、ひび割れ情報を識別するラベルを付与するステップと、ひび割れ情報を示す映像を表面画像に重畳して表示するとともに、付与したラベルを示す映像を、ひび割れ情報を示す映像に関連づけて表示するステップと、表示したラベルの中から、任意のラベルの選択を受け付けるステップと、選択を受け付けたラベルに関連づけられたひび割れ情報の編集を受け付けるステップと、を実行する。
【００３５】
上記に記載のひび割れ情報編集方法をコンピュータに実行させるためのひび割れ情報編集プログラムも本願発明の態様に含まれる。
【発明の効果】
【００３６】
本発明によると、ラベル選択により、選択されたラベルに関連づけられたひび割れ情報の編集を受け付けることができる。このため、ユーザ操作によるひび割れ情報の選択と編集が容易である。
【図面の簡単な説明】
【００３７】
【図１】図１は、構造物の例である橋梁を示す図である。
【図２】図２は、本発明の一実施形態に係る損傷情報処理装置の構成を示すブロック図である。
【図３】図３は、本発明の一実施形態に係る損傷情報処理方法の手順を示すフローチャートである。
【図４】図４は、曲線状の損傷を分割して複数の損傷ベクトルを生成する様子を示す図である。
【図５】図５は、損傷ベクトルの始点を決める様子を説明するための図である。
【図６】図６は、損傷ベクトルの始点を決める様子を説明するための他の図である。
【図７】図７は、分離した損傷ベクトルの連結を示す図である。
【図８】図８は、分離した損傷ベクトルの連結を示す他の図である。
【図９】図９は、階層構造情報に含まれる画像情報を示す表である。
【図１０】図１０は、階層構造情報に含まれる損傷ベクトルの情報の例（階層決定手法の例１に対応）を示す図である。
【図１１Ａ】図１１Ａは、損傷ベクトルとラベルの表示例を説明するための図である。
【図１１Ｂ】図１１Ｂは、損傷ベクトルとラベルの表示例を説明するための図である。
【図１２】図１２は、損傷ベクトルの階層決定手法の例２を説明するための他の図である。
【図１３】図１３は、階層決定手法の例２に対応した階層構造情報（損傷ベクトル情報）の例を示す表である。
【図１４】図１４は、損傷ベクトルの階層決定手法の例３を説明するための図である。
【図１５】図１５は、損傷ベクトルの階層決定手法の例３を説明するための他の図であり、図１４よりも時間的に後に撮影した画像を示す図である。
【図１６】図１６は、損傷ベクトルの階層決定手法の例３を説明するためのさらに他の図であり、図１５よりも時間的に後に撮影した画像を示す図である。
【図１７】図１７は、階層決定手法の例３に対応した階層構造情報（損傷ベクトル情報）の例を示す表である。
【図１８】図１８は、損傷ベクトルの階層決定手法の例４を説明するための図である。

【図１９】図１９は、階層決定手法の例４に対応した階層構造情報（損傷ベクトル情報）の例を示す表である。
【図２０】図２０は、Ｃ１－３のラベルが選択され、このラベルに対応する損傷ベクトルに削除指示入力が行われる様子を示す図である。
【図２１】図２１は、Ｃ１－３のラベルに対応する損傷ベクトルに削除指示入力が行われた結果、Ｃ１－３のラベルの表示が削除されかつＣ１－３のラベルに対応する損傷ベクトルの表示が削除された更新表示例を示す図である。
【図２２】図２２は、当該削除指示入力が行われた結果、Ｃ１－３のラベルに対応する損傷ベクトルの削除操作フラグに”１”が割り当てられている階層構造情報の一例を示す図である。
【図２３】図２３は、Ｃ１－５およびＣ８－１のラベルが選択され、これらのラベルに対応する損傷ベクトル同士の結合指示入力が行われている様子を示す図である。
【図２４】図２４は、当該結合指示入力が行われた結果、Ｃ１－５およびＣ８－１のラベルに対応する損傷ベクトルを結合した損傷ベクトルの線分および当該追加損傷ベクトルに付与されたラベル“Ｃ１－５＋Ｃ８－１”の更新表示例を示す図である。
【図２５】図２５は、Ｃ１－５およびＣ８－１のラベルに対応する損傷ベクトルの追加操作フラグに”２”が割り当てられている階層構造情報の更新例を示す図である。
【図２６】図２６は、追加損傷ベクトルに対応する“Ｃ１－５＋Ｃ８－１”のラベルが選択され、これらのラベルに対応する損傷ベクトル同士の結合解除指示入力が行われている様子を示す図である。
【図２７】図２７は、当該結合解除指示入力が行われた結果、Ｃ１－５およびＣ８－１のラベルの損傷ベクトル同士の結合が解除された表示例を示す図である。
【図２８】図２８は、Ｃ１－５およびＣ８－１のラベルに対応する損傷ベクトルの追加操作フラグに”０”が割り当てられている階層構造情報の一例を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００３８】
以下、添付図面を参照しつつ、本発明に係るひび割れ情報編集装置、ひび割れ情報編集方法およびひび割れ情報編集プログラムの実施形態について説明する。
【００３９】
＜第１の実施形態＞
図１は、本発明に係るひび割れ情報編集装置、ひび割れ情報編集方法およびひび割れ情報編集プログラムが適用される構造物の例である橋梁１（構造物、コンクリート構造物）の構造を示す斜視図である。図１に示す橋梁１は主桁３を有し、主桁３は接合部３Ａで接合されている。主桁３は橋台及び／または橋脚の間に渡され、床版２上の車輌等の荷重を支える部材である。また主桁３の上部には、車輌等が走行するための床版２が打設されている。床版２は鉄筋コンクリート製のものとする。なお橋梁１は、床版２及び主桁３の他に図示せぬ横桁、対傾構、及び横構等の部材を有する。
【００４０】
＜画像の取得＞
橋梁１の損傷を検査する場合、検査員はデジタルカメラ１０４（図２参照）を用いて橋梁１を下方から撮影し（図１のＣ方向）、検査範囲について表面画像を取得する。撮影は、橋梁１の延伸方向（図１のＡ方向）及びその直交方向（図１のＢ方向）に適宜移動しながら行う。なお橋梁１の周辺状況により検査員の移動が困難な場合は、橋梁１に沿って移動可能な移動体にデジタルカメラ１０４を設置して撮影を行ってもよい。このような移動体には、デジタルカメラ１０４の昇降機構及び／またはパン・チルト機構を設けてもよい。なお移動体の例としては車輌、ロボット、及び飛翔体を挙げることができるが、これらに限定されるものではない。
【００４１】
＜損傷情報処理装置の構成＞
図２は、本発明のひび割れ情報編集装置に係る実施形態である損傷情報処理装置１００

の概略構成を示すブロック図である。損傷情報処理装置１００は、損傷情報取得部１０２（ひび割れ情報取得部に対応）、損傷ベクトル生成部１１０（ラベリング部に対応）、階層構造情報生成部１１２、損傷ベクトル抽出部１１４、階層構造情報記録部１１６（ひび割れ情報編集部に対応）、表示部１１８（表示部に対応）、及び操作部１２０（ラベル選択部に対応）を備え、互いに接続されていて、必要な情報を互いに送受信できるようになっている。

【００４２】

各部の機能は、例えばＣＰＵ（Central Processing Unit）等の制御デバイスがメモリに記憶されたプログラムを実行することで実現できる。また、損傷情報取得部１０２は無線通信用アンテナ及び入出力インタフェース回路を含み、階層構造情報記録部１１６はＨＤＤ（Hard Disk Drive）等の非一時的記録媒体を含んで構成される。また表示部１１８は液晶ディスプレイ等の表示デバイスを含み、操作部１２０はキーボード等の入力デバイスを含む。なおこれらは本発明に係る損傷情報処理装置の構成の一例を示すものであり、他の構成を適宜採用し得る。

【００４３】

上述のようにデジタルカメラ１０４を用いて撮影された画像は、無線通信により画像取得部１０６に入力されて、画像処理部１０８により損傷情報が取得される。デジタルカメラ１０４、画像取得部１０６、及び画像処理部１０８は損傷情報取得部１０２を構成する。損傷ベクトル生成部１１０は、損傷情報取得部１０２が取得した損傷情報から画像解析により損傷ベクトル（ひび割れベクトル）を生成し、また空間的に分離した損傷ベクトルを連結させる。階層構造情報生成部１１２は損傷ベクトル生成部１１０が生成した損傷ベクトルに基づいて階層構造情報を生成し、生成された階層構造情報は階層構造情報記録部１１６に記録される。損傷ベクトル抽出部１１４は、階層構造情報を参照して、損傷ベクトルの所属階層等の指定された条件を満たす損傷ベクトルを抽出する。表示部１１８は、入力した画像、生成あるいは抽出した損傷ベクトル、階層構造情報等の全部または一部を重畳して、あるいはこれらを単独で表示する。表示部１１８はまた、損傷ベクトルの情報から線分の画像を生成する等、表示の際に必要な画像処理を行う。操作部１２０は、損傷ベクトル及び階層構造情報の抽出条件並びに表示条件の設定、及び階層構造情報の編集等に関するユーザの指示入力を受け付ける。

【００４４】

＜損傷情報処理の手順＞

次に、上述した構成の損傷情報処理装置１００を用いた損傷情報処理（本発明のひび割れ情報編集方法に対応）について説明する。図３は本実施形態に係る損傷情報処理の手順を示すフローチャートである。なお、本実施形態では損傷が床版２に生じたひび割れである場合について説明し、損傷を適宜「ひび割れ」と記載するが、本発明が適用可能な損傷はひび割れに限らず、遊離石灰等他の損傷でもよい。この処理を損傷情報処理装置１００により実行させるためのプログラム（本発明のひび割れ情報編集プログラムに対応）は、損傷情報処理装置１００に内蔵のフラッシュメモリなどのコンピュータ読み取り可能な非一時的有形媒体に記録されている。

【００４５】

＜損傷情報取得工程＞

まず、上述のようにデジタルカメラ１０４で撮影した橋梁１の画像を、無線通信により画像取得部１０６に入力する（ステップＳ１００；画像入力工程）。橋梁１の画像は検査範囲に応じて複数入力され、また入力する画像には、デジタルカメラ１０４により撮影日時の情報が付加されている。なお入力画像の撮影日時は必ずしも全ての画像において同一である必要はなく、複数日に亘っていてもよい。画像は複数の画像を一括して入力してもよいし、一度に１つの画像を入力するようにしてもよい。なお、橋梁１の画像は無線通信でなく各種メモリカード等の非一時的記録媒体を介して入力するようにしてもよいし、既に撮影され記録されている画像のデータをネットワーク経由で入力してもよい。なおステップＳ１００で入力する橋梁１の画像は、撮影画像そのままでもよいし、撮影画像に前処

理を施したものでもよい。

【００４６】

＜損傷抽出工程＞

次に、画像処理部１０８は、入力した画像から損傷（ひび割れ）を抽出する（ステップＳ１１０；損傷抽出工程）。ステップＳ１００の画像入力工程及びステップＳ１１０の損傷抽出工程は、本発明の損傷情報処理方法における損傷情報取得工程を構成する。なおステップＳ１１０では、ステップＳ１００で入力した画像から損傷が抽出されていれば、即ち画像における損傷の領域が識別されていれば損傷情報が取得できたものと考えてよく、損傷の詳細な特徴が把握されることまでは要しない。

【００４７】

ステップＳ１１０における損傷の抽出は種々の手法により行うことができるが、例えば特許４００６００７号公報に記載されたひび割れ検出方法を用いることができる。この方法は、対比される２つの濃度に対応したウェーブレット係数を算定すると共に、該２つの濃度をそれぞれ変化させた場合のそれぞれのウェーブレット係数を算定してウェーブレット係数テーブルを作成し、ひび割れ検出対象であるコンクリート表面を撮影した入力画像をウェーブレット変換することによってウェーブレット画像を作成する工程と、ウェーブレット係数テーブル内において、局所領域内の近傍画素の平均濃度と注目画素の濃度に対応するウェーブレット係数を閾値として、注目画素のウェーブレット係数と該閾値とを比較することによりひび割れ領域とひび割れでない領域を判定する工程とからなるひび割れ検出方法である。

【００４８】

なおステップＳ１１０における損傷の抽出は、ステップＳ１００で入力した画像に必要な前処理を施してから行うようにしてもよい。

【００４９】

＜損傷ベクトルの生成＞

ステップＳ１１０で損傷が抽出されると（損傷情報が取得されると）、損傷ベクトル生成部１１０が、取得した損傷情報をベクトル化して損傷ベクトル（ひび割れベクトル）を生成する（ステップＳ１２０；損傷ベクトル生成工程）。ベクトル化に際しては、抽出した損傷（ひび割れ）を必要に応じ２値化及び／または細線化する。なお「ベクトル化」とは、損傷に対し始点及び終点で定まる線分を求めることであり、損傷（ひび割れ）が曲線状の場合、曲線と線分の距離が閾値以下になるように損傷を複数の区間に分割し、複数の区間のそれぞれについて損傷ベクトルを生成する。図４の例では、曲線状の損傷Ｃｒを４つの区間Ｃｒ１～Ｃｒ４に分割し、それぞれの区間について損傷ベクトルＣｖ１～Ｃｖ４を生成することで、区間Ｃｒ１～Ｃｒ４における損傷と損傷ベクトルＣｖ１～Ｃｖ４との距離ｄ１～ｄ４が閾値以下になるようにしている。

【００５０】

損傷ベクトルの生成に際しては、例えば床版２の特徴点を座標系の原点とし、損傷ベクトルのグループ（ベクトルグループ）について、原点からの距離が最小になる端点を第１の始点とし、以下損傷ベクトルの走行方向に沿って順次終点、始点を決定することができる。図５の例では、床版２上の点Ｐ０を座標系の原点、図の右方向及び下方向をそれぞれ座標系のＸ軸方向、Ｙ軸方向としたときに、ベクトルグループＣ７の点Ｐ１３，Ｐ１４，Ｐ１５，Ｐ１６のうち点Ｐ０からの距離ｄが最も短くなる点Ｐ１３を損傷ベクトルＣ７－１の始点とし、以下、点Ｐ１４を損傷ベクトルＣ７－１の終点（かつ損傷ベクトルＣ７－２，Ｃ７－３の始点）、点Ｐ１５，Ｐ１６をそれぞれ損傷ベクトルＣ７－２，Ｃ７－３の終点とすることができる。

【００５１】

しかしながら、同様の手法でベクトルグループＣ８の始点を決定すると、点Ｐ１７が損傷ベクトルＣ８－１の始点、点Ｐ１８が損傷ベクトルＣ８－２，Ｃ８－３の始点となり、損傷ベクトルＣ８－３の走行方向（点Ｐ１８から点Ｐ２０へ向かう方向）が損傷ベクトルＣ８－１の走行方向と逆行してしまう。そこでこのような場合は、図６に示すように点Ｐ

１９を損傷ベクトルＣ８Ａ－１の始点とし、以下、点Ｐ１８を損傷ベクトルＣ８Ａ－１の終点（かつ損傷ベクトルＣ８Ａ－２，Ｃ８Ａ－３の始点）、点Ｐ１７，Ｐ２０をそれぞれ損傷ベクトルＣ８Ａ－２，Ｃ８Ａ－３の終点とするようにしてもよい。なおこの場合の損傷ベクトルの集合体をベクトルグループＣ８Ａと表記する。このような処理は損傷ベクトル生成部１１０がユーザの指示入力を介さずに行うようにしてもよいし、操作部１２０を介したユーザの指示入力に基づいて損傷ベクトル生成部１１０が行うようにしてもよい。

【００５２】

＜分離した損傷ベクトルの連結＞

上述のようにして損傷ベクトルを生成する場合、損傷が床版２の内部では連続しているが表面では分離していると、分離した損傷ベクトルとして認識されてしまう可能性がある。そこで本実施形態に係る損傷情報処理装置１００では、そのような複数の損傷ベクトルを連結して１または複数のベクトルを生成する。

【００５３】

図７は損傷ベクトルの連結の例を示す図であり、損傷ベクトルＣ３－１（点Ｐ２１、点Ｐ２２がそれぞれ始点、終点）を含むベクトルグループＣ３と、損傷ベクトルＣ４－１（点Ｐ２３、点Ｐ２４がそれぞれ始点、終点）を含むベクトルグループＣ４とが抽出された状況を示している。また、損傷ベクトルＣ３－１が点Ｐ２２及び点Ｐ２３を結ぶ線分となす角をα１とし、点Ｐ２２及び点Ｐ２３を結ぶ線分が損傷ベクトルＣ４－１となす角をα２とする。このとき、角α１及び角α２が共に閾値以下ならば、損傷ベクトルＣ３－１及びＣ４－１を連結し、またベクトルグループＣ３及びＣ４を融合させる。具体的には、図８に示すように新たな損傷ベクトルＣ５－２を生成してその他の損傷ベクトルＣ５－１（損傷ベクトルＣ３－１と同一）及びＣ５－３（損傷ベクトルＣ４－１と同一）と連結させ、これら損傷ベクトルＣ５－１，Ｃ５－２，及びＣ５－３を含む新たなベクトルグループをベクトルグループＣ５とする。

【００５４】

なお上述の手法は損傷ベクトル連結手法の一例であり、他の方法を用いてもよい。また、上述のように損傷ベクトル同士を連結させるか否かは、ユーザの指示入力によらずに損傷ベクトル生成部１１０が判断するようにしてもよいし、操作部１２０を介したユーザの指示入力に基づいて損傷ベクトル生成部１１０が判断するようにしてもよい。

【００５５】

このように本実施形態に係る損傷情報処理装置１００では、空間的に（床版２の表面で）分離した損傷ベクトルを適宜連結させることにより、損傷ベクトル同士の連結関係を正確に把握することができる。

【００５６】

＜階層構造情報の生成＞

ステップＳ１２０で損傷ベクトルが生成されると、生成した損傷ベクトルに基づいて、階層構造情報生成部１１２が階層構造情報を生成する（ステップＳ１３０；階層構造情報生成工程）。階層構造情報は損傷ベクトル同士の連結関係を階層的に表現した情報であり、画像情報（図９を参照）及び損傷ベクトル情報（図１０，１３，１７，及び１９を参照）により構成される。これら画像情報及び損傷ベクトル情報は、損傷ベクトル（ひび割れベクトル）の集合体であるベクトルグループを介して関連づけられている。したがって損傷の画像からベクトルグループのＩＤ（Identification）を参照して損傷ベクトルを抽出することもできるし、逆に損傷ベクトルに基づいて画像を抽出することもできる。なお、階層構造情報は損傷ベクトルが所属する階層（レベル）によらず同一の項目及び形式で生成されるので（図１０，１３，１７，及び１９を参照）、ユーザは階層構造情報を容易に認識及び把握することができる。

【００５７】

＜画像情報＞

上述した画像情報とは、損傷が撮像された撮影画像についての情報であり、損傷ベクトルのグループについて、撮影画像の識別情報（ＩＤ）及び画像データ、画像取得日時等を

規定したものである。図９は画像情報の例を示す表であり、ベクトルグループＣ１（図１１Ａ参照）について、画像のＩＤ、画像データ、取得日時、画像の幅及び高さ、チャンネル数、ビット／ピクセル、解像度が規定されている。チャンネル数はＲＧＢ（Ｒ：赤、Ｇ：緑、Ｂ：青）カラー画像なら３チャンネルであり、モノクロ画像なら１チャンネルである。なお図９ではベクトルグループＣ１についてのみ記載しているが、ベクトルグループが複数存在する場合は、各グループについて同様の情報が生成される。

【００５８】

＜損傷ベクトル情報＞

図１０は、損傷ベクトル情報の例である。損傷ベクトル情報は、損傷ベクトルが所属するベクトルグループの情報と、各損傷ベクトルの固有情報と、ベクトルグループ内において各損傷ベクトルに連結する他の損傷ベクトルの情報と、付加情報と、から構成される。

【００５９】

ベクトルグループ（図１０の表の場合ベクトルグループＣ１；図１１Ａ参照）の情報はグループのラベル（識別情報）を含む。損傷ベクトルの固有情報は、損傷ベクトルのラベル（識別情報）、階層（レベル；所属階層情報）、始点及び終点（点番号及び位置座標）、及び長さを含む。ここで階層（レベル）は、レベル１が最上位であり、数字が大きくなるほど下位の階層になる。具体的な階層の決定方法については詳細を後述する。他の損傷ベクトルの情報は、以下に説明するように親ベクトル、兄弟ベクトル、及び子ベクトルのラベル（識別情報）を含む。付加情報は、損傷の幅、削除操作フラグ、追加操作フラグ、点検日、及び補修情報を含む。

【００６０】

＜親ベクトル、兄弟ベクトル、及び子ベクトル＞

本実施形態において、一の損傷ベクトルの終点が他の損傷ベクトルの始点となっている場合、そのような一の損傷ベクトルを「親ベクトル」といい、他の損傷ベクトルを「子ベクトル」という。親ベクトルは１つの損傷ベクトルについてゼロまたは１つとなるように決めるものとするが、子ベクトルは１つの親ベクトルに対しゼロ以上の任意の数だけ存在していてよい。また、親ベクトルの終点が複数の子ベクトルの始点となっている場合、それら複数の子ベクトルは互いに「兄弟ベクトル」という。兄弟ベクトルも、ゼロ以上の任意の数だけ存在していてよい。

【００６１】

このように、本実施形態では階層構造情報に親ベクトル、兄弟ベクトル、及び子ベクトルのラベル（識別情報）が含まれるので、任意の損傷ベクトルに基づいて、ベクトルのＩＤを参照して親ベクトル、兄弟ベクトル、及び子ベクトルを順次特定することができる。例えば、ある損傷ベクトルの親ベクトルを特定し、その親ベクトルの親ベクトルをさらに特定することができる。このようにして本実施形態に係る損傷情報処理装置１００では、損傷ベクトル同士の連結関係を容易に把握でき、また損傷ベクトルの分析及び検索を容易に行うことができる。

【００６２】

＜付加情報＞

付加情報に含まれる「幅」は、各損傷ベクトルに対応するひび割れの幅を示す。削除操作フラグは削除操作が行われたベクトルであるかどうかを示し、削除操作が行われた場合は“１”、行われていない場合は“０”である。この削除操作フラグを参照して、損傷ベクトルの表示と非表示とを切り替えることができる。追加操作フラグは、損傷ベクトルの検出態様に関連しており、自動で検出されたベクトルである場合は“０”、手動で（ユーザの指示入力により）追加されたベクトルである場合は“１”、手動で追加され異なるラベルのベクトルを接続して生成されたベクトルである場合は“２”である。

【００６３】

「点検日」には損傷の画像を撮像した日を設定するが、操作部１２０を介したユーザの指示入力により編集することもできる。また「補修」の情報は、操作部１２０を介したユーザの指示入力（補修の種類及び補修日）に基づいて生成することができる。補修の種類

は例えば、セメントで埋める、樹脂で埋める、放置（経過観察）など（図１０の表ではそれぞれＲ１，Ｒ２，Ｒ３と記載している）がある。

【００６４】

＜損傷ベクトルの階層＞

次に、損傷ベクトルが所属する階層（レベル）について説明する。損傷ベクトルの階層は、例えば以下の例１～４で説明するように、種々の手法で決定することができる。

【００６５】

＜階層決定手法（例１）＞

図１１Ａは、ベクトルグループＣ１を示す図である。ベクトルグループＣ１は、損傷ベクトルＣ１－１～Ｃ１－６により構成されており、これら損傷ベクトルは点Ｐ１～Ｐ７を始点または終点としている。このような状況において例１では、損傷ベクトルが分岐する（ある損傷ベクトルの終点が他の複数の損傷ベクトルの始点となっている）ごとに階層が下位になるとしている。具体的には損傷ベクトルＣ１－１の階層を最も上位の“レベル１”として、損傷ベクトルＣ１－１の終点である点Ｐ２を始点とする損傷ベクトルＣ１－２及びＣ１－３の階層は、損傷ベクトルＣ１－１よりも下位である“レベル２”とする。同様に、損傷ベクトルＣ１－３の終点である点Ｐ４を始点とする損傷ベクトルＣ１－５及びＣ１－６の階層は、損傷ベクトルＣ１－３よりも下位である“レベル３”とする。一方、損傷ベクトルＣ１－２の終点である点Ｐ３は損傷ベクトルＣ１－４の始点であるが、点Ｐ３を始点とする損傷ベクトルは損傷ベクトルＣ１－４だけであり分岐はないので、損傷ベクトルＣ１－４の階層はＣ１－２と同じ“レベル２”とする。このようにして決定した各損傷ベクトルの階層は、図１０の表に示すように階層構造情報に含まれる。

【００６６】

また図１１Ａに示すように、各損傷ベクトルに個別のラベルは、対応する各損傷ベクトルの始点、終点、またはこれらを結ぶ線分の近傍の任意の位置を起点とする吹き出しの映像によって、各損傷ベクトルと関連付けて表示部１１８にて表示される。このほか、各損傷ベクトルのラベルは、対応する各損傷ベクトルの線分近傍の任意の位置を起点とする旗、帯、プレート、ボックス、線、表などの映像、あるいはこれらの全部または一部の組み合わせによって、各損傷ベクトルと関連付けて表示されてもよい。吹き出しは、損傷ベクトルの映像外に配置し、損傷ベクトルそのものと重複を避ける位置にするとよい。

【００６７】

また、ラベルの表示位置や表示形式も任意である。図１１Ａでは、損傷ベクトルの近傍にラベルを配置しているが、図１１Ｂのように、損傷ベクトルと重複しない画面の空白部分に複数のラベルを含むラベル群を一覧表にて表示し、各ラベルと各損傷ベクトルとを一対一で結ぶ線で関連づけることで両者の対応を示してもよい。なお、吹き出しなどで示された個々のラベルまたはラベルの一覧表は、同一グループの損傷ベクトルとの重複表示が回避されればよく、異なるグループに対応する損傷ベクトルとは重複して表示されてもよい。

【００６８】

＜階層決定手法（例２）＞

図１２は、ベクトルグループＣ１（損傷ベクトル同士の連結関係は図１１Ａに示すものと同一）を示す図である。例２では、連結する損傷ベクトルのうち他の損傷ベクトルとなす角度が閾値以下であるもの（木構造における「幹」に相当する損傷ベクトル）は同一の階層に属するものとしている。具体的には図１２の点線内（参照符号Ｌｖ１で示す範囲）に存在する損傷ベクトルＣ１－１，Ｃ１－２，及びＣ１－４は同一の階層である“レベル１”（最上位）とする。また、それ以外の損傷ベクトルＣ１－３，Ｃ１－５，及びＣ１－６については、例１と同様に損傷ベクトルが分岐するごとに階層が下位になるとしており、損傷ベクトルＣ１－３（木構造における「枝」に相当）を“レベル２”、損傷ベクトルＣ１－５及びＣ１－６（木構造における「葉」に相当）を“レベル３”としている。このようにして決定した各損傷ベクトルの階層及び種別（幹、枝、あるいは葉）は、図１３の表に示すように、階層構造情報に含まれる。

【００６９】
＜階層決定手法（例２の変形例）＞
上述した階層決定手法（例２）の変形例について説明する。階層決定手法（例２）のように損傷ベクトルを木構造における幹、枝、及び葉に相当するものとして階層を決定するに際して、一般に「枝」は「幹」よりも短いと考えられるため、最長の損傷ベクトルを「幹」（レベル１）とし、その他の損傷ベクトルを「枝」または「葉」として階層を決定するようにしてもよい。この場合、例えば図１３の表に示す損傷ベクトル情報では、長さ100mmの損傷ベクトルＣ１－１が「幹」（レベル１）となる。損傷ベクトルＣ１－２及びＣ１－３は「枝」（レベル２）とし、損傷ベクトルＣ１－４は「枝」（レベル２）または「葉」（レベル３）、損傷ベクトルＣ１－５，及び６は「葉」（レベル３）とすることができる。
【００７０】
なお、「最長の損傷ベクトル」ではなく「最長のひび割れ」を構成する損傷ベクトルを「幹」（レベル１）とし、「幹」から分岐しているひび割れに対応する損傷ベクトルを「枝」または「葉」としてもよい。この場合、「最長のひび割れ」とは「太いひび割れも細いひび割れも全て繋がった状態において、ひび割れとして最長である」ことを意味するものとする。
【００７１】
また、損傷ベクトルの長さに加え幅（損傷ベクトルに対応する損傷の幅）をも考慮して種別（幹、枝、及び葉）及び階層を決定するようにしてもよい。例えば、「長さ×幅」が最大になる損傷ベクトルを「幹」とし、その他の損傷ベクトルを「枝」または「葉」として階層を決定するようにしてもよい。この場合、例えば図１３の表に示す損傷ベクトル情報では、「長さ×幅」が最大（100mm^2）である傷ベクトルＣ１－１が「幹」となる。損傷ベクトルＣ１－２及びＣ１－３は「枝」（レベル２）とし、損傷ベクトルＣ１－４は「枝」（レベル２）または「葉」（レベル３）、損傷ベクトルＣ１－５，及び６は「葉」（レベル３）とすることができる。
【００７２】
上述した変形例のように損傷ベクトルの長さ、または「長さ×幅」を考慮して損傷ベクトルの階層を決定することで、階層化の精度を向上させることができる。
【００７３】
＜階層決定手法（例３）＞
図１４～１６は、ベクトルグループＣ１（損傷ベクトル同士の連結関係は図１１Ａ，１２に示すものと同一）を示す図である。例３では、損傷ベクトルが生じた時間の先後を橋梁１の画像の撮影日時に基づいて判断し、損傷ベクトルが時間的に後に生じたものであるほど下位の階層に属するものとしている。図１４～１６の場合、最初に撮影した画像では損傷ベクトルＣ１－１を含むベクトルグループＣ１Ａが生じており（図１４）、次に撮影した画像では損傷ベクトルＣ１－２及びＣ１－３が新たに発生してベクトルグループＣ１Ｂとなり（図１５）、最後に撮影した画像ではさらに損傷ベクトルＣ１－４，Ｃ１－５，及びＣ１－６が発生してベクトルグループＣ１となった（図１６）ものとする。
【００７４】
このような状況において例３では、最初の画像で生じている損傷ベクトルＣ１－１（図１４において参照符号Ｌｖ１で示す範囲）を最も上位の“レベル１”とし、次の画像で生じている損傷ベクトルＣ１－２及びＣ１－３（図１５において参照符号Ｌｖ２で示す範囲）を“レベル２”とし、最後の画像で生じている損傷ベクトルＣ１－４，Ｃ１－５，及びＣ１－６（図１６において参照符号Ｌｖ３で示す範囲）を“レベル３”とする。
【００７５】
このようにして決定した各損傷ベクトルの階層は、図１７の表に示すように階層構造情報に含まれる。
【００７６】
＜階層決定手法（例４）＞

図１８は、ひび割れＣ２Ａ及びこれに対応するベクトルグループＣ２を示す図である。例４では、一の損傷ベクトルに連結している他の損傷ベクトルが１つのみである場合、そのような他の１つの損傷ベクトルは一の損傷ベクトルと同じ階層に属するものとしている。具体的には、図１８に示すように一本の曲線状のひび割れＣ２Ａが複数のひび割れＣ２Ａ－１～Ｃ２Ａ－４に分割されており、これらひび割れが点Ｐ８～点Ｐ１２を始点または終点とする損傷ベクトルＣ２－１～Ｃ２－４にそれぞれ対応している場合を考えると、損傷ベクトルＣ２－１～Ｃ２－３の終点にはそれぞれ１つの損傷ベクトル（損傷ベクトルＣ２－２～Ｃ２－４）しか連結していない。このような場合、例４では損傷ベクトルＣ２－１～Ｃ２－４（図１８において参照符号Ｌｖ１で示す範囲）は実質的に１つであると考え、全て同一の階層である“レベル１”（最上位）に属するものとする。

【００７７】

このようにして決定した各損傷ベクトルの階層は、図１９の表に示すように階層構造情報に含まれる。

【００７８】

以上、損傷ベクトルの所属階層決定手法の例１～４について説明したが、これらの手法は具体的な損傷の態様に応じて適宜使い分けることができ、また必要に応じて複数の手法を組み合わせて用いてもよい。例えば連結のパターンが複雑な損傷ベクトルのグループに対し、ある部分は例１を用いて階層を決定し、他の部分は例４を用いて階層を決定するようにしてもよい。このような階層手法の組合せは階層構造情報生成部１１２が判断して行うようにしてもよいし、操作部１２０を介したユーザの指示入力に基づいて行うこともできる。

【００７９】

＜階層構造情報の項目及び形式＞

本実施形態では、図１０，１３，１７，及び１９の表に示すように階層構造情報が損傷ベクトルの属する階層によらず同一の項目及び形式なので、損傷ベクトル同士の連結関係を迅速かつ容易に把握することができる。

【００８０】

＜損傷ベクトルの抽出＞

次に、損傷ベクトルの抽出について説明する。本実施形態において、階層構造情報には損傷ベクトルが所属するベクトルグループ、損傷ベクトルのラベル、所属階層、連結する他の損傷ベクトル（親ベクトル、兄弟ベクトル、及び子ベクトル）のラベル等が含まれているので（図１０，１３，１７，及び１９参照）、これらの項目について所望の条件を指定して損傷ベクトルを抽出することができる。指定する条件としては、例えば「損傷ベクトルが所属する階層」及び「特定のベクトルを親ベクトル、兄弟ベクトル、あるいは子ベクトルとするベクトル」を挙げることができるが、指定しうる条件はこれらの例に限定されるものではない。

【００８１】

例えば図１０に示す損傷ベクトル情報の場合、「損傷ベクトルの階層（レベル）がレベル２」を条件として指定すると、階層構造情報の「階層（レベル）」の欄を参照して損傷ベクトルＣ１－２，Ｃ１－３，及びＣ１－４が抽出され、「損傷ベクトルＣ１－２と連結し、損傷ベクトルＣ１－２よりも上位の階層に属する損傷ベクトル」を条件として指定すると、損傷ベクトルＣ１－１（親ベクトル）が抽出される。また、「損傷ベクトルＣ１－２と連結し、損傷ベクトルＣ１－２と同じ階層に属する損傷ベクトル」を条件として指定すると、損傷ベクトルＣ１－３（兄弟ベクトル）及び損傷ベクトルＣ１－４（子ベクトル）が抽出され、「損傷ベクトルＣ１－３と連結し、損傷ベクトルＣ１－３よりも下位の階層に属する損傷ベクトル」を条件として指定すると、損傷ベクトルＣ１－５及びＣ１－６（子ベクトル）が抽出される。このような損傷ベクトルの抽出は、操作部１２０を介したユーザの指示入力に基づいて、損傷ベクトル抽出部１１４が階層構造情報記録部１１６を参照して行うことができる。

【００８２】

このように、本実施形態に係る損傷情報処理装置１００では損傷ベクトルの検索、分析、及び評価を容易に行うことができる。なお抽出した損傷ベクトルは、個々の情報及び／または線画の形式で表示することができる（後述）。

【００８３】

＜損傷ベクトル及び階層構造情報の表示＞

ステップＳ１４０では、ステップＳ１３０で生成された階層構造情報を表示部１１８に表示する（表示工程）。階層構造情報の表示は、例えば図９，１０，１３，１７，及び１９に示す表の形式で行ったり、それらの表から抽出した一部の情報により行ったりすることができる。そのような「一部の情報」の一例としては、「指定した条件で抽出した損傷ベクトルの情報」及び「点検日及び／または補修日等、特定の項目についての情報」を挙げることができる。

【００８４】

また、階層構造情報に基づいて損傷ベクトルを示す線画を描画し、表示部１１８に表示するようにしてもよい。図１０，１３，１７，１９の表に示すように、階層構造情報には損傷ベクトルの始点及び終点、並びに連結する他の損傷ベクトルの情報が含まれているので、これらの情報に基づいて損傷ベクトルを示す線画（例えば図１１Ａ，１１Ｂ，１２，１４～１６を参照）を描画し、表示することができる。損傷ベクトルを示す線画には、損傷ベクトルの向き（始点から終点へ向かう方向）が識別できるように矢印を付してもよい（図１１Ａ，１１Ｂ，１２，１４～１６を参照）。損傷ベクトルの線画を描画及び表示する場合、階層構造情報に含まれる全ての損傷ベクトルを描画及び表示してもよいし、一部の損傷ベクトル（例えば、上述のように指定された条件で抽出したもの）のみを表示するようにしてもよい。

【００８５】

なお、損傷ベクトルを示す線画を表示する場合、その線画の近傍に、対応するラベルの映像を配置したり、階層構造情報に含まれる情報のうち特定の情報に応じて損傷ベクトルの色、太さ、及び線種（実線、点線等）等の表示条件を変えるようにしてもよい。そのような情報としては、例えば損傷ベクトルの階層（レベル）、種別（幹、枝、葉）、発生日時、削除操作フラグ、及び追加操作フラグの値等を挙げることができ、階層構造情報に含まれる項目のうちから適宜設定してよい。このように損傷ベクトルの特徴に応じた態様で表示することにより、損傷ベクトル同士の連結関係及び／または時間変化の様子を容易に把握することができる。

【００８６】

上述した損傷ベクトルの線画と階層構造情報とは、いずれか一方を表示するようにしてもよいし、両方を同時に表示するようにしてもよい。また、上述の表示において損傷（ひび割れ）を撮像した画像（例えば図９の表に示す画像“img_2015-001”）を損傷ベクトルの線画と重畳して（重ね合わせて）、あるいは並べて表示し、両者が比較できるようにしてもよい（例えば図１８を参照）。

【００８７】

本実施形態では、このようにして損傷ベクトル及び／または階層構造情報を表示するので、損傷ベクトルの情報及び損傷ベクトル同士の連結関係を容易に把握することができる。

【００８８】

＜損傷ベクトル及び階層構造情報の記録＞

ステップＳ１５０では、階層構造情報を階層構造情報記録部１１６に記録する（記録工程）。階層構造情報記録部１１６に記録された階層構造情報は、損傷の分析及び評価などの目的に使用することができる。なお階層構造情報から一部の情報（例えば指定した条件を満たす損傷ベクトル）を抽出した場合、そのようにして抽出した情報は全て元の階層構造情報に含まれるため、抽出結果は必ずしも記録しておかなくてもよいが、抽出結果についても階層構造情報記録部１１６に記録しておくことで、必要に応じ迅速に参照することができる。

【００８９】
＜損傷ベクトル及び階層構造情報の編集＞
ステップＳ１６０では、操作部１２０を介したユーザの編集指示入力に基づいて、階層構造情報生成部１１２が階層構造情報記録部１１６に記録された階層構造情報を修正する（編集工程）。また、この編集指示入力に基づいて、表示部１１８による損傷ベクトルとラベルの表示が更新される。
【００９０】
この編集指示入力は以下のものを含む。
【００９１】
（１）任意に選択されたラベルに対応する損傷ベクトルを削除すること。この編集指示入力が行われた場合、削除された損傷ベクトルの削除操作フラグに”１”が割り当てられる。
【００９２】
損傷ベクトルの削除指示入力は、次のようにして行うことができる。例えば、任意のラベルがクリック選択されると、選択されたラベルおよび当該選択されたラベルに対応する損傷ベクトルの線画が強調表示される。強調表示は、ラベルや損傷ベクトルの線画のデザインの変更（着色、点線化、太線化、輝度の変化など）によって行われる。また、選択されたラベルの近傍に、損傷ベクトルについて行うことが可能な編集操作「削除」を実行するか否かを確認するダイアログボックスが表示され、そのダイアログボックスから「削除」の実行を可とする選択がされると、選択されたラベルに対応する損傷ベクトルの削除操作フラグに”１”が割り当てられ、削除指示入力が完了する。
【００９３】
図２０は、Ｃ１－３のラベルが選択され、このラベルに対応する損傷ベクトルに削除指示入力が行われる様子を示す。図２１では、Ｃ１－３のラベルに対応する損傷ベクトルに削除指示入力が行われた結果、Ｃ１－３のラベルの表示が削除されかつＣ１－３のラベルに対応する損傷ベクトルの線画の表示が停止された更新表示例を示す。また図２２は、当該削除指示入力が行われた結果、Ｃ１－３のラベルに対応する損傷ベクトルの削除操作フラグに”１”が割り当てられた階層構造情報の編集結果の一例である。なお、損傷ベクトルに削除指示入力が行われても、その損傷ベクトルに対応する階層構造情報は削除しない。これは後述のように、機械学習に使用するためである。
【００９４】
（２）任意に選択されたラベルに対応する損傷ベクトルに対し、当該損傷ベクトルを構成する領域を加除（部分的追加または部分的除去）すること。この編集指示入力が行われた場合、選択されたラベルに対応する削除操作フラグまたは追加操作フラグに”１”が割り当てられる。また、加除領域に対応して、階層構造情報に記録された損傷ベクトルの始点、終点、長さ、幅の値が更新される。
【００９５】
（３）任意に選択された複数のラベルに関連づけられた複数の不連続な損傷ベクトル同士を１つの連続した損傷ベクトルに結合する損傷ベクトルを追加すること。この編集指示入力が行われた場合、結合された各損傷ベクトルの各追加操作フラグにそれぞれ”２”が割り当てられる。
【００９６】
損傷ベクトルの追加指示入力は、次のようにして行うことができる。例えば、任意の２つのラベルがクリック選択されると、その選択されたラベルおよび対応する損傷ベクトルの線画が強調表示されるとともに、ラベルの近傍に、対応する損傷ベクトルについて行うことが可能な編集操作「結合」を実行するか否かを確認するダイアログボックスが表示され、そのダイアログボックスから「結合」の実行を可とする選択がされると、選択されたラベルに対応する各損傷ベクトルの各追加操作フラグに”２”が割り当てられ、損傷ベクトルの追加指示入力が完了する。
【００９７】

図２３は、Ｃ１－５およびＣ８－１のラベルが選択され、これらのラベルに対応する損傷ベクトル同士を結合する損傷ベクトルの追加指示入力が行われている様子を示す。図２４は、当該指示入力が行われた結果、Ｃ１－５およびＣ８－１のラベルに対応する損傷ベクトルを結合する追加の損傷ベクトルの線画と、当該追加の損傷ベクトルによって結合した損傷ベクトルに付与された共通のラベル“Ｃ１－５＋Ｃ８－１”の更新表示例を示す。なお、図示は省略するが、Ｃ１－５およびＣ８－１のラベルに対応する損傷ベクトルが一直線に結合される場合は、点Ｐ６、Ｐ１７の表示を消去してもよい。図２５は、Ｃ１－５およびＣ８－１のラベルに対応する損傷ベクトルの追加操作フラグに”２”が割り当てられている階層構造情報の更新例である。結合した損傷ベクトルのラベルは、他の損傷ベクトルと区別可能であれば何でもよい。また、結合した損傷ベクトルのベクトルグループは、結合された損傷ベクトルのいずれかのベクトルグループ（例えば長い方または短い方の損傷ベクトルの属するベクトルグループ）と同じでもよいし、別の新たなベクトルグループを生成してもよい。これは＜分離した損傷ベクトルの連結＞で説明したのと同様に行われる。

【００９８】

なお、この更新された階層構造情報では、先に選択されたラベルＣ１－５の損傷ベクトルを親ベクトルとし、後に選択されたラベルＣ８－１の損傷ベクトルを子ベクトルとしている。ラベルＣ８－１が先に選択され、ラベルＣ１－５が後に選択された場合は、ラベルＣ８－１の損傷ベクトルを親ベクトルとし、ラベルＣ５－１の損傷ベクトルを子ベクトルとする。いずれにせよ、追加操作フラグに”２”が割り当てられた複数の損傷ベクトルＣ１－５およびＣ８－１と、これらのいずれか一方を親ベクトルとしかつ他方を子ベクトルとして結合する追加の損傷ベクトルとは、これらが一直線に結合される場合は、まとめて１つの連続した結合損傷ベクトルとなり、この１つの連続した結合損傷ベクトルには新たなラベル“Ｃ１－５＋Ｃ８－１”が付与される。

【００９９】

（４）複数のラベルに関連づけられた複数の不連続な損傷ベクトル同士の結合を解除すること。この結合の解除指示入力が行われた場合、結合が解除された各損傷ベクトルの各追加操作フラグにそれぞれ“０”が割り当てられる。

【０１００】

損傷ベクトル同士の結合の解除指示入力は、次のようにして行うことができる。例えば、上記（３）による結合損傷ベクトルのラベルの中から、任意のラベルが選択されると、その選択されたラベルおよび対応する結合損傷ベクトルの線画が強調表示され、なおかつその選択されたラベルの近傍に、当該結合損傷ベクトルについて行うことが可能な編集操作「結合解除」を実行するか否かを確認するダイアログボックスが表示され、そのダイアログボックスから「結合解除」の実行を可とする選択がされると、選択されたラベルに対応する結合損傷ベクトルによって結合された各損傷ベクトルの各追加操作フラグが”２”から”０”に変更されるとともに、両者の親ベクトル・子ベクトル関係が削除され、結合解除指示入力が完了する。

【０１０１】

図２６は、結合損傷ベクトルに対応する“Ｃ１－５＋Ｃ８－１”のラベルが選択され、このラベルに対応する結合損傷ベクトルによる結合の解除指示入力が行われている様子を示す。図２７は、当該結合の解除指示入力が行われた結果、Ｃ１－５およびＣ８－１のラベルの損傷ベクトル同士の結合が解除された表示例を示す。図２８は、Ｃ１－５およびＣ８－１のラベルに対応する損傷ベクトルの追加操作フラグに”０”が割り当てられた階層構造情報の更新例である。なお、結合が解除された損傷ベクトル間の親ベクトルおよび子ベクトルの関係も削除されるよう階層構造情報が更新される。

【０１０２】

結合される前のラベルと同じラベルを、結合解除後の各損傷ベクトルのそれぞれに再割り当てする代わりに、結合解除後の各損傷ベクトルのそれぞれを区別可能なラベルを新たに割り当ててもよい。ただし、特定の損傷ベクトル同士の結合が誤りであり、手動で結合

を解除したことを機械学習するには、結合される前のラベルと同じラベルを、結合解除後の各損傷ベクトルのそれぞれに再割り当てする方がよい。

【０１０３】

また、結合の解除の対象となる損傷ベクトルは、手動で指定されたものに限らない。例えば、図８に示したような損傷ベクトル連結手法によってＣ３－１とＣ４－１を結合した、損傷ベクトルＣ５－２の解除を行うこともできる。この場合、損傷ベクトルＣ５－２のラベル選択と、結合解除の指示によって、結合前のベクトルグループＣ３、Ｃ４と、それらに属する損傷ベクトルの前のラベルＣ３－１、Ｃ４－１が復活する。これを実現するためには、損傷ベクトル連結手法の実施前のベクトルグループＣ３、Ｃ４と、ラベルＣ３－１、Ｃ４－１を、連結前の履歴として階層構造情報に記録しておかなければならない。

【０１０４】

（５）ベクトルグループに対応するラベルの表示および選択と、その選択したラベルに対応するベクトルグループの削除、結合、および結合の解除。これは個々の損傷ベクトルに対応するラベルの表示および選択などと同様にして行うことができる。

【０１０５】

以上説明したように、本実施形態に係る損傷情報処理装置１００及び損傷情報処理方法によれば、損傷ベクトル同士の連結関係を容易に把握でき、また階層構造情報により損傷ベクトルの分析及び／または検索を容易に行うことができる。

【０１０６】

また、ラベルの選択により、損傷ベクトルの削除、結合、結合の解除が行えるため、複雑な形状の損傷ベクトルの位置を正確に指定しなくても、容易に階層構造情報を編集することができる。

【０１０７】

以上で本発明の例に関して説明してきたが、本発明は上述した実施形態及び変形例に限定されず、本発明の精神を逸脱しない範囲で種々の変形が可能である。

【０１０８】

例えば、ステップＳ１００～Ｓ１５０の工程は、上記の方法以外にも、グラフ理論で重み付き連結グラフの最小全域木を求める最適化問題のアルゴリズムであるプリム法で実行することができる。

【０１０９】

すなわち、例えば、グラフ理論の考え方に従って、検出結果の画素間にコストが設定できるとする。コストは損傷ベクトル（ひび割れ）の方向や幅や距離などの基準値を用いた計算結果であり、コストが最も小さい画素間を接続するものとする。コスト計算の概念として、損傷ベクトル同士の距離が離れるほどコストが大きくなるが、損傷ベクトル同士の方向が互いに一致するほどコストが小さくなるような計算方法が考えられる。距離は遠くとも他の基準で１本のひび割れらしさが大きい場合に、その情報を反映した接続結果を得ることができる。もし、周辺で画素間のコストが十分大きいものしかなければ、損傷ベクトル同士を接続する必要はない。また、接続した結果、不自然な角度（例えば９０°以下の鋭角）で折れ曲がるような形状になったり、不自然な幅の差が生じたりする（例えば接続された損傷ベクトル同士に５画素以上の幅の段差が生じる）場合は、接続しないような条件にしてもよい。このように、損傷ベクトル同士の距離、角度、幅の差について、両者の距離が小さい、角度が小さい、幅の差が小さいと、コストが小さくなるよう設定できる。

【０１１０】

あるいは、プリム法により損傷ベクトルを抽出する場合、編集指示入力の完了に応じて、損傷ベクトルの距離、方向、幅に関するコストの算出基準値を変更することで、損傷ベクトルの抽出基準を修正してもよい。

【０１１１】

例えば図８の損傷ベクトルＣ５－２に対する削除操作によって、損傷ベクトルＣ５－２の削除フラグ“１”が記録された場合、角α１及び角α２の閾値を所定の量（例えば５°

）だけ減らす。これにより、接続される損傷ベクトル同士のなす角度が鋭角であるほど両者の間の方向に関するコストが大きくなる。

【０１１２】

あるいは、図２３に示すように、異なるベクトルグループに属する損傷ベクトルＣ１－５、Ｃ８－１同士の方向が一致しており、これらが接続操作された場合は、同一方向の損傷ベクトル同士を接続する距離の閾値を所定の量（例えば１０画素）だけ増やす。これにより、同一方向の損傷ベクトル間の距離に関するコストは小さくなり、離れていても方向が同じ損傷ベクトル同士は自動的に接続されやすくなる。

【０１１３】

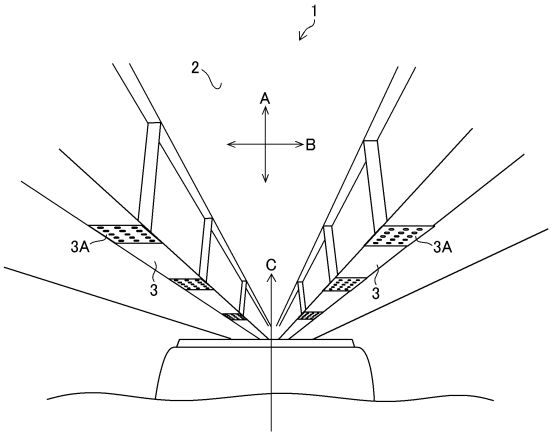
そのほか、特許文献１と同様のニューラルネット収束演算などの各種の機械学習や、本出願人による特願２０１５－１９５７６９号に記載のパーコレイション法、クラスカル法など、各種の手法、あるいは、プリム法、ニューラルネット収束演算、パーコレイション法、クラスカル法など、各種の手法の一部または全部の組み合わせ、あるいはこれら一部または全部の組み合わせの１以上の反復により、１本の損傷ベクトルの抽出を精度よく行うことができる。

【符号の説明】

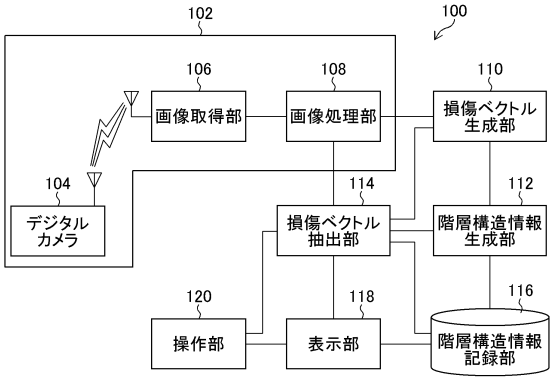
【０１１４】

１　橋梁
２　床版
３　主桁
３Ａ　接合部
１００　損傷情報処理装置
１０２　損傷情報取得部
１０４　デジタルカメラ
１０６　画像取得部
１０８　画像処理部
１１０　損傷ベクトル生成部
１１２　階層構造情報生成部
１１４　損傷ベクトル抽出部
１１６　階層構造情報記録部
１１８　表示部
１２０　操作部
Ｓ１００　画像入力工程
Ｓ１１０　損傷抽出工程
Ｓ１２０　損傷ベクトル生成工程
Ｓ１３０　階層構造情報生成工程
Ｓ１４０　表示工程
Ｓ１５０　記録工程
Ｓ１６０　編集工程

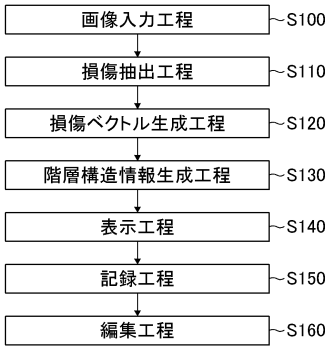
【図１】



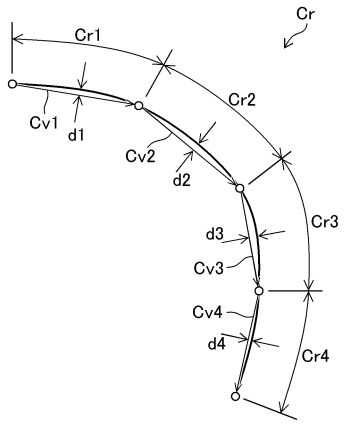
【図２】



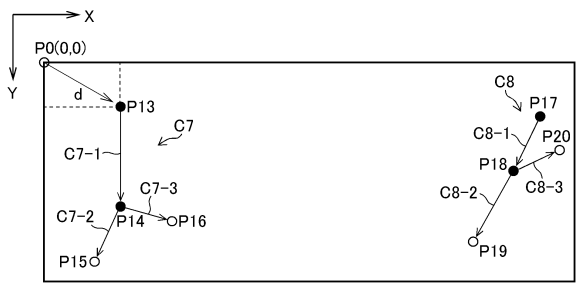
【図３】



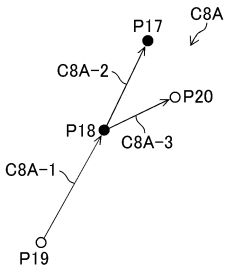
【図４】



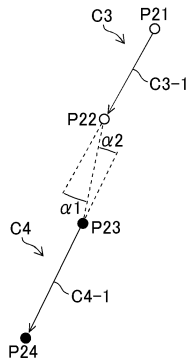
【図５】



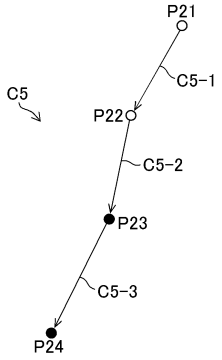
【図６】



【図７】



【図８】



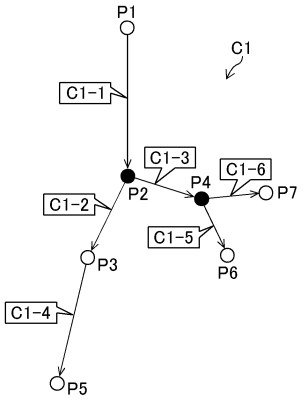
【図９】

ベクトルグループID	画像ID	画像データ	取得日時	画像の幅 (pixel)	画像の高さ (pixel)	チャンネル数	ビット/ピクセル	解像度（mm/ピクセル）	
								X方向	Y方向
C1	img_2015-001	（img_2015-001の画像データ）	2015.12.18	5,000	3,500	3	64	0.5	0.5

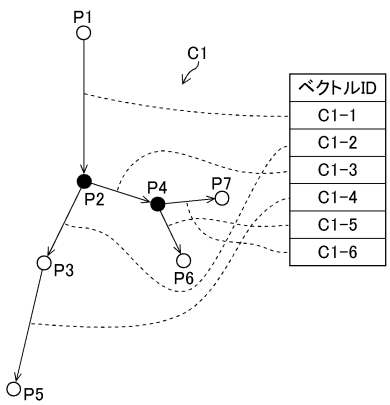
【図１０】

ベクトルグループID	ベクトルID	階層（レベル）	始点 点番号	始点 座標	終点 点番号	終点 座標	長さ (mm)	幅 (mm)	削除操作フラグ	追加操作フラグ	親ベクトルID	兄弟ベクトルID	子ベクトルID	点検日	補修 種類	補修 補修日
C1	C1-1	レベル1	P1	(X1,Y1)	P2	(X2,Y2)	100	1	0	0	—	—	C1-2 C1-3	2015.12.18	R1	2015.9.28
	C1-2	レベル2	P2	(X2,Y2)	P3	(X3,Y3)	50	1	0	0	C1-1	C1-3	C1-4	2015.12.18	R1	2015.9.28
	C1-3	レベル2	P2	(X2,Y2)	P4	(X4,Y4)	30	0.5	0	0	C1-1	C1-2	C1-5 C1-6	2015.12.18	R2	2015.9.28
	C1-4	レベル2	P3	(X3,Y3)	P5	(X5,Y5)	60	1	0	0	C1-2	—	—	2015.12.18	R2	2015.9.28
	C1-5	レベル3	P4	(X4,Y4)	P6	(X6,Y6)	25	0.1	0	0	C1-3	C1-6	—	2015.12.18	R3	2015.9.28
	C1-6	レベル3	P4	(X4,Y4)	P7	(X7,Y7)	25	0.1	0	0	C1-3	C1-5	—	2015.12.18	R3	2015.9.28

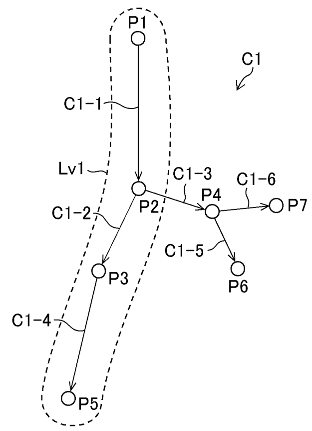
【図１１Ａ】



【図１１Ｂ】



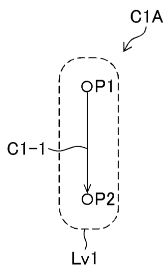
【図１２】



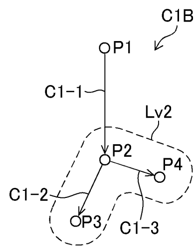
【図１３】

ベクトルグループID	損傷ベクトル情報															
	ベクトルID	階層（レベル）	種別	始点		終点		長さ（mm）	幅（mm）	削除操作フラグ	追加操作フラグ	親ベクトルID	兄弟ベクトルID	子ベクトルID	点検日	補修
				点番号	座標	点番号	座標									種類	補修日
C1	C1-1	レベル1	幹	P1	(X1,Y1)	P2	(X2,Y2)	100	1	0	0	—	—	C1-2 C1-3	2015.12.18	R1	2015.9.28
	C1-2	レベル2	枝	P2	(X2,Y2)	P3	(X3,Y3)	50	1	0	0	C1-1	C1-3	C1-4	2015.12.18	R1	2015.9.28
	C1-3	レベル2	枝	P2	(X2,Y2)	P4	(X4,Y4)	30	0.5	0	0	C1-1	C1-2	C1-5 C1-6	2015.12.18	R2	2015.9.28
	C1-4	レベル2	枝	P3	(X3,Y3)	P5	(X5,Y5)	60	1	0	0	C1-2	—	—	2015.12.18	R2	2015.9.28
	C1-5	レベル3	葉	P4	(X4,Y4)	P6	(X6,Y6)	25	0.1	0	0	C1-3	C1-6	—	2015.12.18	R3	2015.9.28
	C1-6	レベル3	葉	P4	(X4,Y4)	P7	(X7,Y7)	25	0.1	0	0	C1-3	C1-5	—	2015.12.18	R3	2015.9.28

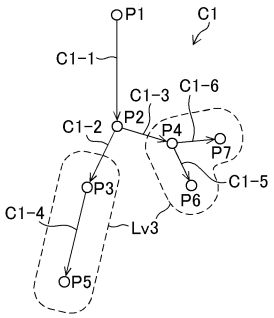
【図１４】



【図１５】



【図１６】

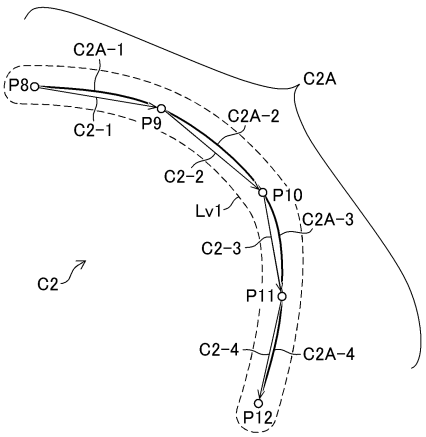


【図１７】

損傷ベクトル情報

ベクトルグループID	ベクトルID	階層（レベル）	始点 点番号	始点 座標	終点 点番号	終点 座標	長さ (mm)	幅 (mm)	削除操作フラグ	追加操作フラグ	親ベクトル ID	兄弟ベクトル ID	子ベクトル ID	点検日	種類	補修 補修日
C1	C1-1	レベル1	P1	(X1,Y1)	P2	(X2,Y2)	100	1	0	0	—	—	C1-2 C1-3	2015.3.1	R1	2015.9.28
	C1-2	レベル2	P2	(X2,Y2)	P3	(X3,Y3)	50	1	0	0	C1-1	C1-3	C1-4	2015.6.1	R1	2015.9.28
	C1-3	レベル2	P2	(X2,Y2)	P4	(X4,Y4)	30	0.5	0	0	C1-1	C1-2	C1-5 C1-6	2015.6.1	R2	2015.9.28
	C1-4	レベル3	P3	(X3,Y3)	P5	(X5,Y5)	60	1	0	0	C1-2	—	—	2015.9.1	R2	2015.9.28
	C1-5	レベル3	P4	(X4,Y4)	P6	(X6,Y6)	25	0.1	0	0	C1-3	C1-6	—	2015.9.1	R3	2015.9.28
	C1-6	レベル3	P4	(X4,Y4)	P7	(X7,Y7)	25	0.1	0	0	C1-3	C1-5	—	2015.9.1	R3	2015.9.28

【図１８】

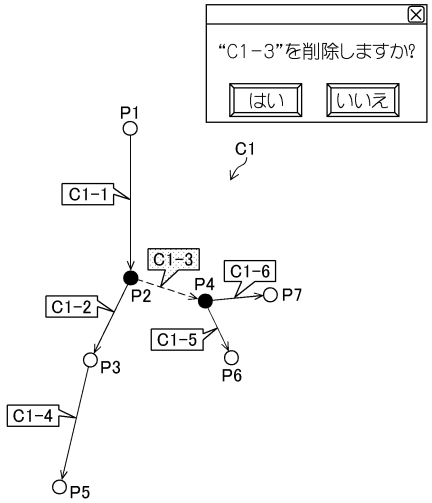


【図１９】

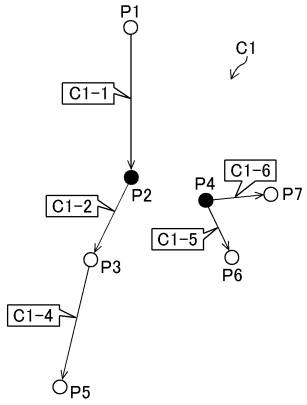
損傷ベクトル情報

ベクトルグループID	ベクトルID	階層（レベル）	始点 点番号	始点 座標	終点 点番号	終点 座標	長さ (mm)	幅 (mm)	削除操作フラグ	追加操作フラグ	親ベクトル ID	兄弟ベクトル ID	子ベクトル ID	点検日	種類	補修 補修日
C2	C2-1	レベル1	P8	(X8,Y8)	P9	(X9,Y9)	100	1	0	0	—	—	C2-2	2015.12.18	R1	2015.9.28
	C2-2	レベル1	P9	(X9,Y9)	P10	(X10,Y10)	120	1	0	0	C2-1	—	C2-3	2015.12.18	R1	2015.9.28
	C2-3	レベル1	P10	(X10,Y10)	P11	(X11,Y11)	100	0.5	0	0	C2-2	—	C2-4	2015.12.18	R1	2015.9.28
	C2-4	レベル1	P11	(X11,Y11)	P12	(X12,Y12)	110	1	0	0	C2-3	—	—	2015.12.18	R1	2015.9.28

【図２０】



【図２１】

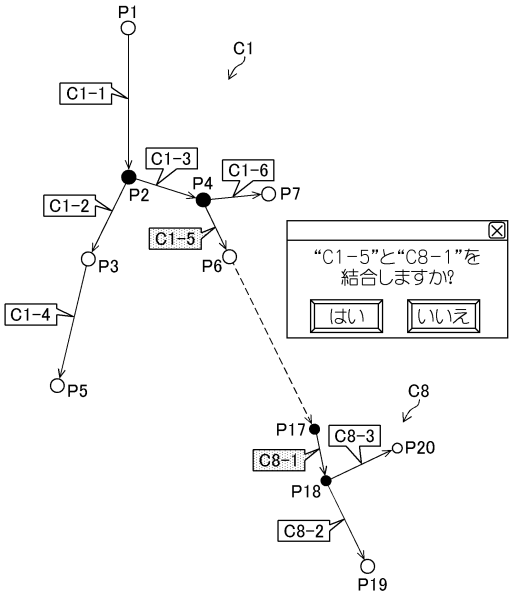


【図２２】

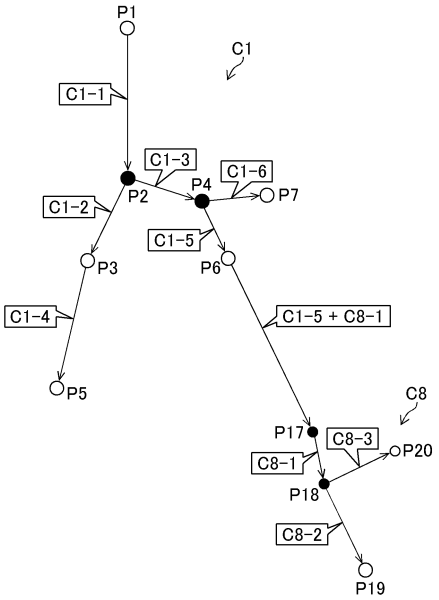
損傷ベクトル情報

ベクトルグループID	ベクトルID	階層(レベル)	始点 点番号	始点 座標	終点 点番号	終点 座標	長さ (mm)	幅 (mm)	削除操作フラグ	追加操作フラグ	親ベクトルID	兄弟ベクトルID	子ベクトルID	点検日	種類	補修 補修日
C1	C1-1	レベル1	P1	(X1,Y1)	P2	(X2,Y2)	100	1	0	0	—	—	C1-2 C1-3	2015.12.18	R1	2015.9.28
	C1-2	レベル2	P2	(X2,Y2)	P3	(X3,Y3)	30	1	0	0	C1-1	C1-3	C1-4	2015.12.18	R1	2015.9.28
	C1-3	レベル2	P2	(X2,Y2)	P4	(X4,Y4)	30	0.5	1	0	C1-1	C1-2	C1-5 C1-6	2015.12.18	R2	2015.9.28
	C1-4	レベル2	P3	(X3,Y3)	P5	(X5,Y5)	60	1	0	0	C1-2	—	—	2015.12.18	R2	2015.9.28
	C1-5	レベル3	P4	(X4,Y4)	P6	(X6,Y6)	25	0.1	0	0	C1-3	C1-6	—	2015.12.18	R3	2015.9.28
	C1-6	レベル3	P4	(X4,Y4)	P7	(X7,Y7)	25	0.1	0	0	C1-3	C1-5	—	2015.12.18	R3	2015.9.28

【図２３】



【図２４】

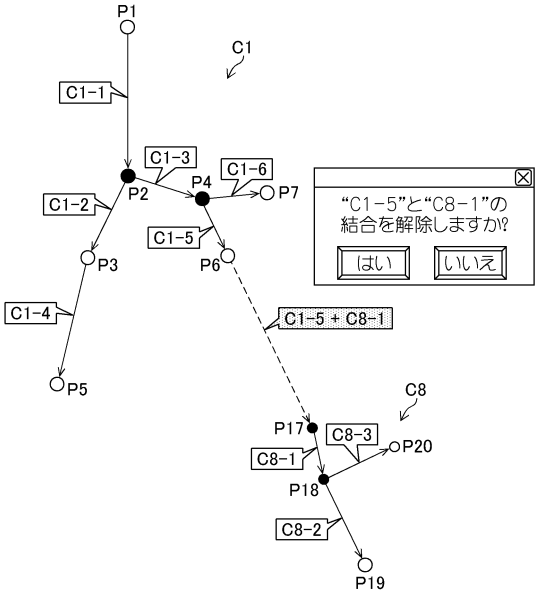


【図２５】

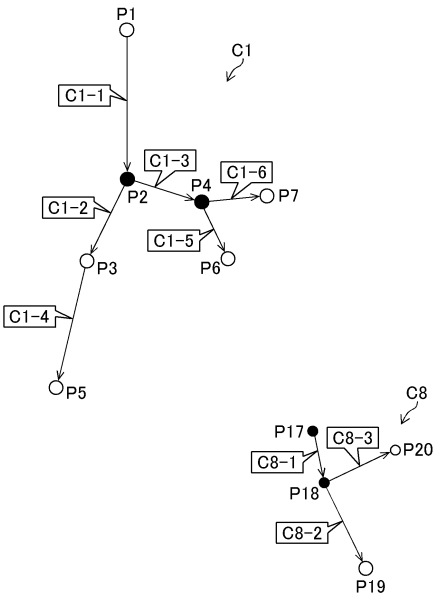
損傷ベクトル情報

ベクトルグループID	ベクトルID	階層（レベル）	始点 点番号	始点 座標	終点 点番号	終点 座標	長さ (mm)	幅 (mm)	削除操作フラグ	追加操作フラグ	親ベクトルID	兄弟ベクトルID	子ベクトルID	点検日	種類	補修 補修日
C1	C1-1	レベル1	P1	(X1,Y1)	P2	(X2,Y2)	100	1	0	0	—	—	C1-2 C1-3	2015.3.1	R1	2015.9.28
	C1-2	レベル2	P2	(X2,Y2)	P3	(X3,Y3)	50	1	0	0	C1-1	C1-3	C1-4	2015.6.1	R1	2015.9.28
	C1-3	レベル2	P2	(X2,Y2)	P4	(X4,Y4)	30	0.5	0	0	C1-1	C1-2	C1-5	2015.6.1	R2	2015.9.28
	C1-4	レベル3	P3	(X3,Y3)	P5	(X5,Y5)	60	1	0	0	C1-2	—	C1-6	2015.9.1	R2	2015.9.28
	C1-5	レベル3	P4	(X4,Y4)	P6	(X6,Y6)	25	0.1	0	2	C1-3	C1-6	C1-5 +C8-1	2015.9.1	R3	2015.9.28
	C1-6	レベル3	P4	(X4,Y4)	P7	(X7,Y7)	25	0.1	0	0	C1-3	C1-5	—	2015.9.1	R3	2015.9.28
C8	C8-1	レベル1	P17	…	P18	…	…	…	0	2	C1-5 +C8-1	…	C8-2 C8-3	…	…	…
	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…

【図２６】



【図２７】



【図２８】



ベクトルグループID	標準ベクトル情報																補修	
	ベクトルID	階層（レベル）	始点		終点		長さ	幅	削除操作フラグ	追加操作フラグ	従ベクトル		兄弟ベクトル		子ベクトル		点検日	種類	補修日
			点番号	座標	点番号	座標	(mm)	(mm)			ID		ID		ID				
C1	C1-1	レベル1	P1	(X1,Y1)	P2	(X2,Y2)	100	1	0	0	—		—		C1-2		2015.3.1	R1	2015.9.28
															C1-3				
	C1-2	レベル2	P2	(X2,Y2)	P3	(X3,Y3)	50	1	0	0	C1-1		C1-3		C1-4		2015.6.1	R1	2015.9.28
	C1-3	レベル2	P2	(X2,Y2)	P4	(X4,Y4)	30	0.5	0	0	C1-1		C1-2		C1-5		2015.6.1	R2	2015.9.28
															C1-6				
	C1-4	レベル3	P3	(X3,Y3)	P5	(X5,Y5)	60	1	0	0	C1-2		—		—		2015.9.1	R2	2015.9.28
	C1-5	レベル3	P4	(X4,Y4)	P6	(X6,Y6)	25	0.1	0	0	C1-3		C1-6		—		2015.9.1	R3	2015.9.28
	C1-6	レベル3	P4	(X4,Y4)	P7	(X7,Y7)	25	0.1	0	0	C1-3		C1-5		—		2015.9.1	R3	2015.9.28
C8	C8-1	レベル1	P17	…	P18	…	…	…	0	0	–		–		C8-2		…	…	…
															C8-3				
	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…		…		…		…	…	…

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２０１５－１３８４６７（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－２５７７４４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－６２２２（ＪＰ，Ａ）
特公平７－１１１７３５（ＪＰ，Ｂ２）
特開２０１５－２３２７４６（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－２５４９１３（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－３１０９２０（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１６／１８９７６４（WO，Ａ１）
国際公開第２０１７／０１４２８８（WO，Ａ１）
特開２０１６－５０８８７（ＪＰ，Ａ）
Alessio Arena, 'A new computational approach to cracks quantification from 2D image an alysis: Application to micro-cracks description in rocks', Computers & Geosciences, ２０１４年 1月２８日, vol. 66, p. 106-120

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
Ｇ０１Ｎ ２１／８４－２１／９５８
Ｇ０１Ｂ １１／００－１１／３０
Ｇ０６Ｔ １／００－ ９／４０
Ｇ０６Ｑ ５０／０８