



(22) Date de dépôt/Filing Date: 2006/11/20

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2008/05/20

(51) Cl.Int./Int.Cl. *G01B 11/00* (2006.01),
G01B 11/02 (2006.01), *G01B 11/14* (2006.01),
G01N 21/892 (2006.01), *G01N 21/954* (2006.01),
F16L 55/26 (2006.01)

(71) Demandeur/Applicant:
COLMATEC INC., CA

(72) Inventeur/Inventor:
DEMERS, DANIEL, CA

(74) Agent: ROBIC

(54) Titre : DISPOSITIF POUR MESURER DES FISSURES DANS DES CONDUITES

(54) Title: DEVICE TO MEASURE CRACKS IN PIPING

DISPOSITIF POUR MESURER DES FISSURES DANS DES CONDUITES

DOMAINE DE L'INVENTION

5 La présente invention se rapporte au domaine de l'inspection visuelle des conduites, et concerne plus particulièrement un système pour mesurer des fissures dans des conduites.

DESCRIPTION DE L'ART ANTÉRIEUR

10

La présence de fissures longitudinales dans les conduites de béton est un facteur déterminant pour analyser l'état des conduites. Les standards de l'industrie font état d'une nécessité de mesurer la largeur de la fissure pour réussir à classer le défaut.

15

20

25

Actuellement, des outils permettant d'obtenir des images de la surface interne de la conduite sont généralement utilisés. Ces outils comprennent généralement un véhicule capable de voyager à l'intérieur de la conduite et une caméra montée sur le véhicule. Le véhicule est généralement opérativement connecté à un système de contrôle dans un camion et est manuellement contrôlé par un opérateur travaillant directement dans le camion. L'opérateur contrôle le mouvement du véhicule et l'orientation de la caméra dans la conduite pour inspecter visuellement la surface interne de la conduite. Les images obtenues sont généralement enregistrées sous la forme d'une séquence vidéo et l'opérateur est capable d'indexer et de commenter certaines images.

L'analyste chargé de l'observation des défauts, soit directement dans le camion lors de l'enregistrement de la séquence vidéo ou ultérieurement en visionnant la séquence vidéo préalablement enregistrée est alors capable de juger

subjectivement de l'état de gravité des fissures.

Cependant, ces outils ne permettent qu'une inspection subjective des fissures et ne permettent pas de mesurer avec précision la largeur de la fissure localisée.
5 L'inspection visuelle de l'état de la surface interne de la conduite est donc dépendante du jugement d'un opérateur et ne permet donc pas une mesure fiable et répétable de la fissure.

D'autres outils basés sur l'utilisation de dispositifs à ultrasons ou de dispositifs
10 à champ magnétique ont aussi été proposés dans le domaine. Cependant, ces outils ne permettent pas non plus d'obtenir une mesure fiable de la fissure.

Par conséquent, il existe un besoin pour un système qui pourrait résoudre les problèmes connus des systèmes actuellement utilisés pour l'inspection des
15 conduites de façon efficace et économique. Plus spécifiquement, il existe un besoin pour un dispositif pour mesurer des fissures dans des conduites qui permettrait de mesurer avec précision la largeur des fissures.

RÉSUMÉ DE L'INVENTION

20

Un objet de la présente invention est de fournir un dispositif pour mesurer des fissures dans des conduites qui satisfait les besoins mentionnés ci-dessus.

Ainsi, la présente invention propose un dispositif pour mesurer des fissures
25 dans des conduites comprenant un véhicule capable de voyager dans la conduite et un système de vision monté sur le véhicule de façon rotative de sorte à pouvoir imager une portion d'une surface interne de la conduite. Le système de vision comprend une caméra pour imager la portion de la surface interne de la conduite et un éclairage pour éclairer la portion de la surface interne. Le système de vision

comprend également un projecteur laser pour projeter deux lignes laser de référence sur la portion de la surface interne de la conduite pour fournir une mesure de référence, le projecteur laser étant monté de sorte à projeter les lignes laser parallèlement à l'axe optique de la caméra. Le dispositif comprend également un premier moyen de commande pour commander la rotation du système de vision et un second moyen de commande pour commander le mouvement du véhicule dans la conduite. Le système comprend aussi un moyen de calcul capable de fournir une mesure d'une fissure présente sur la portion de la surface interne de la conduite à l'aide de la mesure de référence.

10

Avantageusement, le dispositif de la présente invention permet d'obtenir une mesure précise de la largeur d'une fissure pouvant atteindre l'ordre du centième de millimètre.

15

La présente invention et ses avantages seront mieux compris à la lecture de la description non restrictive qui suit d'un mode de réalisation préféré, avec référence aux dessins ci-annexés.

BRÈVE DESCRIPTION DES FIGURES

20

La Figure 1 illustre le principe de la présente invention.

La Figure 2A montre un système de vision d'un dispositif pour mesurer des fissures dans des conduites selon la présente invention.

Les Figures 2B et 2C montrent un prototype du dispositif de la présente invention.

25

La Figure 3A montre une image obtenue par le système de vision de la présente invention.

La Figure 3B montre une autre image obtenue par le système de vision de la présente invention.

La Figure 3C montre une autre image obtenue par le système de vision de la présente invention.

Les Figures 4A à 4D montrent des images d'une fissure de la surface interne d'une conduite et illustrent le principe de mesure de la largeur d'une fissure selon la présente invention.

La Figure 5 montre un module laser à lignes croisées d'un projecteur laser selon la présente invention.

La Figure 6A illustre l'installation conventionnelle d'un système d'inspection utilisé pour effectuer l'inspection de fissures dans des conduites.

La Figure 6B illustre une installation préférée d'un système d'inspection utilisé pour effectuer l'inspection de fissures dans des conduites selon la présente invention.

DESCRIPTION DES MODES DE RÉALISATION PRÉFÉRENTIELS DE L'INVENTION

La présente invention est principalement destinée à être utilisée à l'intérieur des conduites en béton souterraines comme des tuyaux d'égouts pour l'inspection de la surface interne de celles-ci afin de détecter et mesurer des fissures. Le dispositif proposé permet d'inspecter des conduites allant de 8 pouces à 36 pouces. Il est néanmoins important de mentionner que la présente invention peut avantageusement être utilisée dans n'importe quelle structure tubulaire comme par exemple des conduits de ventilation.

La présente invention propose un dispositif pour mesurer des fissures dans des conduites simple et facile d'utilisation qui permet de mesurer avec précision la largeur des fissures afin de classifier le défaut selon les standards de l'industrie. Avantageusement, ce dispositif permet d'obtenir une mesure précise de la largeur de la fissure pouvant atteindre l'ordre du centième de millimètre. Bien entendu, le

système peut également permettre une mesure longitudinale de la fissure.

Les Figures 2A à 2C montrent un dispositif **10** pour mesurer des fissures **12** dans des conduites **14** selon une réalisation préférée de la présente invention. Le dispositif **10** comprend un véhicule **16** capable de voyager dans la conduite **14**. Ce véhicule **16** peut être n'importe quel véhicule couramment utilisé dans l'industrie pour se déplacer aisément à l'intérieur des conduites. Le dispositif **10** comprend également un système de vision **18** monté sur le véhicule **16** de façon rotative de sorte à pouvoir imager une portion de la surface interne **20** de la conduite **14**. Le système de vision **18** est muni d'une caméra **22** pour imager la portion de la surface interne **20** de la conduite **14** et d'un éclairage **24** pour éclairer la portion de la surface interne **20**. Préférentiellement, cet éclairage **24** est monté de façon intégrale par rapport à la caméra **22** et se déplacera donc avec celle-ci lorsque l'opérateur du dispositif **10** commandera un mouvement de rotation de la caméra **22** comme il sera expliqué plus en détails ci-dessous. Le système de vision **18** comprend également un projecteur laser **26** pour projeter deux lignes laser de référence **28**, **30** sur la portion de la surface interne **20** de la conduite **14** pour fournir une mesure de référence. Le projecteur laser **26** est monté de sorte à projeter les lignes laser **28**, **30** parallèlement à l'axe optique de la caméra **22**. Préférentiellement, ces lignes **28**, **30** seront projetées dans le plan horizontal comme montré sur la Figure 2A ou dans le plan vertical comme montré sur les Figures 1, 2B et 2C. De préférence, tout comme l'éclairage **24**, le projecteur laser **26** est monté de façon intégrale par rapport à la caméra **22**. Plus préférentiellement, le projecteur laser **26** est monté le plus proche possible de l'axe optique de la caméra **22** afin d'augmenter le niveau de précision des mesures obtenues.

Le dispositif de mesure de fissures **10** comprend également un premier moyen de commande **32** pour commander la rotation du système de vision **18** et un second moyen de commande (non illustré) pour commander le mouvement du

véhicule **16** dans la conduite **14**. Le dispositif **10** comprend aussi un moyen de calcul (non illustré) capable de fournir une mesure d'une fissure **12** présente sur la portion de la surface interne **20** de la conduite **14** à l'aide de la mesure de référence.

5 Le principe de mesure de la présente invention sera maintenant détaillé en référence aux Figures 1, 2B, 2C, 3A à 3C et 4A à 4D qui illustrent des images obtenues avec le système de vision **18** de la présente invention.

10 Tout d'abord, dans une réalisation préférée de la présente invention, la caméra **22** est disposée de sorte à ce que son axe optique soit perpendiculaire à la surface à inspecter **20**, comme illustré sur les Figures 2A et 2B. Cette réalisation préférée permet avantageusement de simplifier les calculs subséquents de la largeur de la fissure **12** détectée. Afin de s'assurer que l'axe optique de la caméra **22** est bien perpendiculaire à la surface à inspecter **20**, un moyen de contrôle de
15 perpendicularité **34** peut avantageusement être fourni. Par exemple, une troisième ligne laser **36** projetée parallèlement à l'axe optique de la caméra **22** et perpendiculairement aux deux autres lignes laser de référence **28**, **30** peut avantageusement être utilisée. Les Figures 3A à 3C illustrent ce concept. Dans le cas illustré, deux projecteurs de lignes laser croisées **38** tel que montré à la Figure 5
20 et disposés de façon appropriée sont avantageusement utilisés. Les Figures 3A et 3C montrent une image obtenue lorsque l'axe optique de la caméra **22** est perpendiculaire à la surface à inspecter **20** tandis que la Figure 3B montre une image obtenue lorsque l'axe optique de la caméra **22** est oblique par rapport à la surface à inspecter **20**. Comme on peut le voir, ce moyen de contrôle **34** permet de
25 facilement contrôler la perpendicularité de la caméra **22** par rapport à la surface à inspecter **20** et la position angulaire de la caméra **22** peut ainsi facilement être ajustée de sorte à ce que l'axe optique de cette caméra **22** soit effectivement perpendiculaire à la surface à inspecter **20**. Bien entendu, d'autres moyens de contrôle de perpendicularité **34** peuvent également être utilisés. Par exemple, un

cercle laser projeté sur la surface à inspecter **20** selon un axe parallèle à l'axe optique de la caméra **22** peut être utilisé. Dans ce cas-ci, le contrôle de la perpendicularité de la caméra **22** par rapport à la surface à inspecter **20** est effectué en calculant la circularité du cercle laser. En effet, lorsque la caméra **22** est bien perpendiculaire à la surface **20**, le cercle laser a une circularité quasiment parfaite tandis que plus l'axe de la caméra **22** s'éloignera de la perpendiculaire de la surface à inspecter **20**, plus le cercle laser aura la forme d'une ellipse de plus en plus allongée. Ces réalisations préférentielles sont données à titre d'exemple seulement et ne doivent pas être considérées comme étant limitatives.

10

Référence est à nouveau faite à la Figure 1 qui illustre le principe de mesure de la présente invention lorsque l'axe de la caméra **22** est disposé perpendiculairement à la surface à inspecter **20**. En fait, on effectue des mesures sur une image vidéo en utilisant des références externes dont on connaît exactement l'emplacement et la mesure physique. Le projecteur laser **26** permet de projeter ces lignes de références **28**, **30**. Ainsi, en projetant 2 lignes parallèles **28**, **30** distantes d'un espace précis, et visible proche de l'objet à mesurer, il est possible d'interpréter une mesure approximative de l'observation grâce à un moyen de calcul, préférentiellement un outil logiciel. En fait, tel que montré, soit X la distance de référence connue. Il suffit alors de faire le décompte du nombre de pixels correspondant à X et de le comparer avec le nombre de pixel de la mesure à prendre Y. Une simple règle de trois permet ainsi de déterminer la distance à mesurer.

25

Si $||X|| = 100$ unité de mesure $X = x$ pixels

$||Y|| = (100 \times y \text{ pixels}) / x \text{ pixels}$ $Y = y$ pixels

Si le dispositif de mesure **10** est utilisé dans une conduite **14** ayant un large

diamètre, il est préférable de pouvoir faire un zoom de l'observation à mesurer pour augmenter la précision de la mesure. En effet, la précision du système est fonction de la distance entre les deux lignes laser de référence **28, 30** apparaissant sur l'image de la caméra. Ainsi, plus la caméra est éloignée de la surface à inspecter, plus les lignes de référence seront proches dans l'image de la caméra et moins la précision de la mesure sera élevée. Par exemple, si les deux lignes laser de référence **28, 30** sont distantes de 10 mm et que la caméra est positionnée de sorte que la projection de ces lignes **28, 30** soit distante de 500 pixels dans l'image, alors la précision des mesures obtenues sera de 0.02 mm/pixel. Si on se rapproche de la surface à inspecter, la projection des lignes **28, 30** sera distante de plus de 500 pixels et la précision des mesures sera alors inférieure à 0.02 mm/pixel.

Les Figures 4A à 4D montrent une méthode d'utilisation manuelle du dispositif de mesure **10** selon une réalisation préférée de la présente invention. Dans cette méthode manuelle, l'opérateur commande le déplacement du véhicule **16** à l'intérieur de la conduite **14**. Grâce à la caméra rotative **22**, il est capable d'observer toute la surface interne **20** de la conduite **14**. Lorsqu'il observe un défaut éventuel **12**, l'opérateur choisit alors une image représentative de ce défaut. La Figure 4A illustre une telle image. L'opérateur calibre ensuite sa mesure en sélectionnant deux points respectivement situés sur chacune des lignes laser de référence **28, 30**, comme montré sur la Figure 4B. A l'aide de la souris, l'opérateur sélectionne ensuite deux points de mesure respectivement situés de chaque côté de la fissure **12** observée afin d'en obtenir la largeur à cet endroit précis. Bien entendu, la largeur de la fissure **12** peut être mesurée à différentes positions. Dans l'exemple illustré à la Figure 4C, l'opérateur a sélectionné 3 positions distinctes. Lorsque la ou les positions de mesure ont été sélectionnées, le moyen de calcul détermine la largeur de la fissure **12** à chacune des positions sélectionnées par l'opérateur. De préférence, ces mesures sont affichées à l'écran de l'opérateur tel qu'illustré à la Figure 4D. L'opérateur peut effectuer un zoom sur la surface à inspecter **20** et

positionner la caméra **22** de sorte que la fissure **12** apparaisse au centre de l'écran. De plus, le dispositif de mesure **10** est avantageusement prévu pour permettre à l'opérateur d'effectuer des ajustements d'éclairage afin d'obtenir une image de qualité optimale pour procéder à la mesure. Des outils de mesure peuvent également être affichés à l'écran de l'opérateur pour faciliter la mesure. Le moyen de calcul peut aussi comprendre une fonction d'indexage de l'image pour qu'elle puisse être aisément localisée à travers la séquence vidéo d'inspection et intégrée au rapport d'inspection.

10 Le dispositif **10** de la présente invention permet également de déterminer la longueur d'une fissure **12**. Dans ce cas, l'opérateur sélectionne des points de mesure appropriés. Dans le cas d'une fissure longitudinale plus longue que le champ de vision de la caméra, l'opérateur peut déterminer la longueur de la fissure grâce à un moyen de positionnement permettant de connaître la position relative de
15 la caméra **22** par rapport à la conduite **14**. Un encodeur (non illustré) monté sur le câble reliant le dispositif de mesure **10** au camion (non illustré) peut être utilisé. Bien entendu, tout autre moyen permettant de connaître relativement précisément la position de la caméra **22** par rapport à la conduite **14** peut être envisagé.

20 La figure 6A montre l'installation conventionnelle d'un système d'inspection utilisé pour effectuer l'inspection de fissures dans des conduites tandis que la Figure 6B illustre une installation préférée d'un système d'inspection utilisé pour effectuer l'inspection de fissures dans des conduites selon la présente invention. Comme on peut le voir, le système de vision est avantageusement inséré en série dans le circuit
25 vidéo existant du système d'inspection, avant l'enregistreur vidéo, de sorte à permettre à l'opérateur d'effectuer sa mesure tout en l'enregistrant sur la séquence vidéo d'inspection.

Tel que précédemment mentionné, le dispositif de mesure de la présente

invention permet d'effectuer les mesures de fissures de façon manuelle, préférablement par l'analyste en charge de l'observation et de l'acquisition des images.

5 Dans une réalisation préférée de la présente invention, le moyen de calcul peut avantageusement être adapté pour effectuer une calibration automatique de la mesure. Dans ce cas-ci, l'opérateur n'a pas à calibrer sa mesure en sélectionnant un point sur chacune des lignes laser de référence **28, 30** pour chaque mesure, tel que précédemment expliqué en référence à la Figure 4B. Dans cette réalisation, une fois
10 que l'opérateur a sélectionné l'image représentative du défaut, le moyen de calcul détecte automatiquement les lignes de référence **28, 30** et calibre la mesure en conséquence.

Dans une autre réalisation préférée, le moyen de calcul est préférablement un
15 outil logiciel intégré à un ordinateur qui permet d'effectuer une mesure automatique de la largeur des fissures. Dans ce cas-ci, différents degrés d'automatisation peuvent être prévus. Par exemple, l'opérateur en charge de l'acquisition des images peut identifier une ligne selon laquelle la mesure de fissure sera effectuée. Le logiciel est alors prévu pour effectuer un calcul de profil de niveau de gris selon cette
20 ligne et détecter une discontinuité dans ce profil de niveau de gris représentative de la fissure à mesurer. Le logiciel fournit une mesure automatique de la largeur de la fissure à la position sélectionnée par l'opérateur. Dans une autre réalisation préférée, il pourrait être envisagé que le moyen de calcul détermine automatiquement au préalable si l'image fournie par la caméra comprend ou non
25 une fissure et sa position approximative. Le moyen de calcul serait ensuite capable de fournir automatiquement la largeur de la fissure à une position donnée à partir du profil de niveau de gris calculé selon une ligne prédéterminée par le moyen de calcul.

Tel que mentionné ci-dessus, il est préférable que l'axe de la caméra soit perpendiculaire à la surface à inspecter. Le moyen de calcul peut avantageusement être prévu pour calculer la perpendicularité relative et ajuster la position angulaire de la caméra en conséquence. Il est néanmoins possible que le moyen de calcul soit
5 adapté pour effectuer des mesures lorsque la caméra n'est pas perpendiculaire à la surface à inspecter.

Tel que précédemment mentionné, le moyen de calcul peut avantageusement être un outil logiciel installé sur un ordinateur embarqué dans le camion d'inspection.
10 Il est néanmoins important de mentionner que ce moyen de calcul pourrait aussi être une carte électronique embarquée dans le camion d'inspection.

Le dispositif de mesure de la présente invention étant particulièrement destiné à être utilisé dans des canalisations d'égouts, il est avantageusement
15 robuste et étanche. Il est également suffisamment compact afin de permettre une inspection de fissures dans des conduites aussi petites que 8 pouces. Le dispositif de mesure de fissures de la présente invention est particulièrement avantageux puisqu'il permet d'offrir des mesures relativement précises de l'ordre du centième de millimètre à un coût abordable.

20

Bien que la présente invention ait été précédemment expliquée par le biais de réalisations préférentielles de celle-ci, il doit être précisé que toute modification à ces réalisations préférentielles n'est pas considérée changer ni altérer la nature et la portée de la présente invention, tel qu'évident pour une personne versée dans le
25 domaine de la présente invention.

Application number / numéro de demande: 02568 021

Figures: 1, 2, A, B, C; 3, A, B, C; 4, A, B, C, D; 5, 6, A, B

Pages: _____

**Unscannable item(s)
received with this application**

To inquire if you can order a copy of the unscannable items, please visit the
CIPO WebSite at [HTTP://CIPO.GC.CA](http://CIPO.GC.CA)

Item(s) ne pouvant être balayés

Documents reçus avec cette demande ne pouvant être balayés.

Pour vous renseigner si vous pouvez commander une copie des items ne
pouvant être balayés, veuillez visiter le site web de l'OPIC au [HTTP://CIPO.GC.CA](http://CIPO.GC.CA)