

Note Technique

TN 5.08_C Profilage laser de tuyaux flexibles

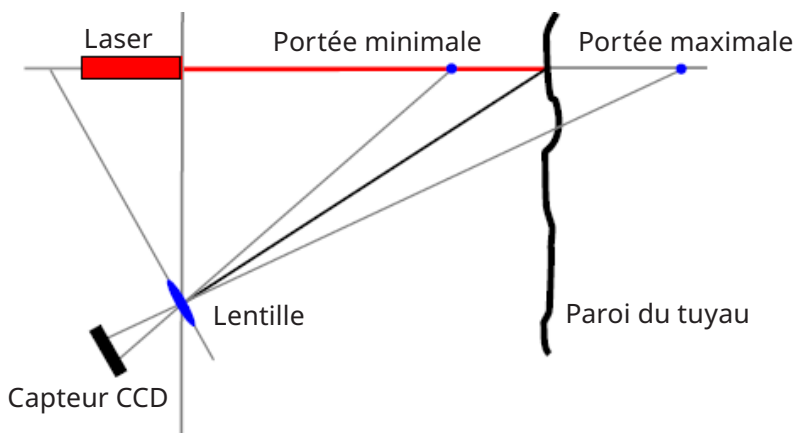
Introduction

Dans le passé, l'utilisation des technologies d'inspection par télévision en circuit fermé (TCF) a constitué une méthode courante pour réaliser l'inspection après installation de différents types de tuyaux. Cette technologie permet une analyse qualitative de l'intérieur d'une conduite, mais elle peut présenter des limites en raison du caractère subjectif du processus d'évaluation visuelle. Le profilage laser, initialement mis au point pour l'industrie des conduites thermoplastiques réhabilitées par chemisage en place (CIPP), est une technologie nouvelle qui permet d'obtenir des mesures précises des paramètres des tuyaux. Cependant, la technologie présente actuellement certaines limites qui peuvent entraîner des résultats sporadiques et erronés. De plus, ces limites peuvent mener à des résultats précis, mais inexacts. L'objectif de cette note technique est de présenter un aperçu de l'état actuel de la technologie

Description du profilage laser

Le profilage laser est une méthode d'inspection sans contact utilisée pour déterminer le profil de la paroi d'une conduite. La méthode utilise une technique de vision artificielle appelée triangulation optique, comme illustré à la Figure 1. Elle consiste à projeter un laser sur la surface intérieure de la conduite, puis une image de ce point lumineux est formée sur un capteur, généralement une caméra numérique. En connaissant la position du laser par rapport à la caméra et en identifiant la zone du capteur à travers laquelle le point lumineux est observé, il est possible de déterminer l'emplacement exact de la paroi de la conduite par rapport au laser et à la caméra. Les données de distance radiale recueillies à plusieurs positions le long du tuyau sont compilées et tracées, produisant une image filaire tridimensionnelle du tuyau.¹

Figure 1 : Géométrie de triangulation optique



Suivi de position et d'orientation

La principale difficulté liée à l'utilisation d'un équipement de profilage laser est le suivi de la position et de l'orientation de l'équipement utilisé. Des systèmes de positionnement absolu pourraient être utilisés pour corrélérer la position de l'équipement à un repère externe, mais ils sont difficiles à mettre en œuvre. La méthode la plus courante pour tenir compte du suivi de position et d'orientation consiste à utiliser un dispositif de positionnement relatif, tel que des gyroscopes ou un inclinomètre. Cependant, ce type de système de suivi de positionnement peut être susceptible de générer de nombreuses erreurs.

Les gyroscopes utilisent la Terre comme point de référence. Ce faisant, le gyroscope ne peut pas distinguer si c'est l'équipement sur lequel est installé le laser ou la conduite qui a changé de position. Cela peut entraîner des erreurs dans les relevés d'ovalité, à moins que le logiciel de profilage au laser ne puisse faire la distinction entre un déplacement de l'équipement et un déplacement de la conduite. Ce problème peut se manifester de deux façons. Premièrement, l'équipement de profilage s'est écarté de l'axe du tuyau selon un certain angle horizontal. Cela peut entraîner un faux résultat positif, qui se manifeste par des relevés de déformation horizontale excessifs de l'ovalité dans une conduite circulaire. Deuxièmement, l'équipement rencontre une bosse ou un décalage qui provoque son écartement de l'axe de la conduite selon un certain angle vertical. Dans ce cas, il peut en résulter un profil erroné du tuyau, se manifestant par des relevés de déformation verticale excessifs dans une conduite circulaire.

À l'heure actuelle, les logiciels de profilage au laser ne tiennent pas compte de l'écartement de l'équipement par rapport à l'axe de la conduite. Pour aider à limiter ces écarts, un système place les roues à 120 degrés dans le tuyau, quel que soit le diamètre. Cela peut donner des résultats positifs pour des tuyaux de 600 mm (24 po) de diamètre ou moins. Cependant, cette méthode peut avoir un succès limité lors de l'inspection de grands diamètres, puisque le risque d'écartement augmente considérablement. Cela peut entraîner un faux résultat négatif, se manifestant par des relevés de déformation horizontale excessifs de l'ovalité dans un tuyau circulaire. Les logiciels actuellement en place sont plus efficaces pour gérer les bosses et les décalages dans le tuyau. Les systèmes utilisent un inclinomètre pour effectuer des relevés tenant compte des irrégularités verticales dans la canalisation et réussissent mieux à limiter les faux résultats positifs dans les relevés de déformation verticale de l'ovalité.

Conditions non idéales des tuyaux

En plus des bosses ou des décalages, la présence de sédiments, d'eau et/ou d'autres débris peut créer des irrégularités verticales donnant l'illusion d'un profil de tuyau qui ne correspond pas à l'état réel du tuyau. Un système de profilage laser connu peut fonctionner dans des conduites partiellement remplies d'eau. La profondeur acceptable varie selon le diamètre du tuyau et l'équipement utilisé. Le logiciel employé peut reconnaître la présence d'eau et corriger les données de profilage en conséquence. Cependant, cela n'est pas uniforme dans l'industrie. D'autres systèmes nécessitent l'intervention de l'opérateur pour tenir compte de l'eau dans la conduite. Cette intervention peut entraîner des erreurs dans l'interprétation des données et affecter la reproductibilité des résultats.

La présence de débris est plus complexe. Lorsqu'il y a des débris, l'équipement peut s'écarter de l'axe du tuyau selon un certain angle vertical. Dans ce cas, il peut en résulter un profil de tuyau erroné, caractérisé par des lectures de déformation verticale excessives dans un tuyau circulaire. Comme pour l'eau, un système de profilage laser peut fonctionner dans une conduite avec une accumulation équivalente à 10 % du diamètre du tuyau. Le logiciel peut reconnaître la présence de débris et corriger les données de profilage en conséquence. Comme pour l'interprétation liée à la présence d'eau, cette capacité n'est pas uniforme dans l'industrie. D'autres systèmes nécessitent l'intervention de l'opérateur pour tenir compte des débris dans la conduite. Cette intervention peut entraîner des erreurs dans l'interprétation des données et affecter la reproductibilité des résultats.

Pour obtenir les meilleurs résultats, le tuyau doit être exempt de tout sédiment, débris et eau. Sinon, une analyse approfondie des données après inspection sera nécessaire afin de distinguer si les lectures de déformation étaient réelles ou s'il s'agissait d'un faux positif créé par des conditions non idéales du tuyau.

Facteurs environnementaux

Le profilage laser peut être perturbé, entravé ou dispersé en raison de différences de densité atmosphérique liées à la formation de brouillard ou de rosée dans la conduite. Cela peut affecter l'intensité lumineuse à l'intérieur de la conduite et, par conséquent, nuire au processus de profilage laser. Comme mentionné précédemment, la technologie consiste à projeter un laser sur la surface intérieure du tuyau, puis une image de ce point lumineux est formée sur un capteur, généralement une caméra numérique. Si la formation de brouillard ou de rosée est d'une intensité suffisante, le laser peut être réfléchi et ne jamais atteindre la surface intérieure du tuyau. Cela peut entraîner une diffusion du laser, ce qui peut à son tour provoquer des lectures erronées. Pour obtenir les meilleurs résultats, la conduite à tester doit être exempte de ces conditions environnementales.

Étalonnage

L'équipement de profilage laser doit être étalonné pour corriger toute distorsion éventuelle avant son utilisation ainsi que durant le processus d'inspection. Le processus d'étalonnage varie selon le système choisi. Un système est étalonné dans des conditions contrôlées en laboratoire avant d'être utilisé sur un projet. L'étalonnage implique l'utilisation d'anneaux d'essai de dimensions connues. De plus, l'étalonnage est spécifique à l'équipement de caméra qui sera utilisé avec le profileur laser. Un autre système effectue l'étalonnage en chantier, généralement à l'extérieur, directement sur le site du projet. Cet étalonnage sur le terrain consiste à filmer une tige de longueur connue placée à la même position que la tête laser. L'étalonnage sur le terrain est sensible aux facteurs environnementaux liés à l'absence de conditions contrôlées. Cela peut entraîner des problèmes dans l'interprétation des données, des erreurs et, en fin de compte, affecter la reproductibilité exacte des données.

Limitations de l'équipement

L'équipement de profilage laser varie selon les fabricants. Certaines différences peuvent entraîner des mesures inexactes du tuyau et avoir un impact négatif sur les données. Pour une technologie, le laser est couplé à la caméra laser au moyen d'une tige métallique. Le positionnement de la tige métallique crée un angle mort au radier, là où le laser croise la barre, de sorte qu'environ sept pour cent de l'intérieur du tuyau n'est pas couvert par le profilage. Pour la deuxième technologie, le tuyau est d'abord inspecté à l'aide d'une caméra vidéo à faible distorsion. Un projecteur laser monté sur un traîneau est fixé à la caméra par une chaîne. L'équipement vidéo est tiré vers l'arrière en remorquant le traîneau de profilage laser, et la caméra vidéo enregistre l'image du laser. Comme la caméra et le traîneau de profilage laser sont deux appareils distincts reliés par une chaîne, ils peuvent se déplacer indépendamment l'un de l'autre. Ce processus est non seulement chronophage, puisqu'il faut réaliser deux inspections indépendantes du tuyau, mais il peut aussi entraîner une variabilité des résultats. Puisque l'équipement est monté sur deux structures distinctes, le profilage dépendra de la position relative des appareils, laquelle peut varier en fonction de la vitesse et de l'état intérieur du tuyau. De plus, la présence d'obstructions dans le tuyau peut amener l'un des deux composants à réagir différemment de l'autre, ce qui affecte encore davantage la possibilité d'obtenir des résultats fiables. L'interprétation des données par l'opérateur peut entraîner une variabilité supplémentaire des résultats. Une méthode pour corriger cela consiste à placer le laser et la caméra sur la même structure, ce qui fixe leur position et contribue à éliminer les erreurs de relation.

Analyse des données

Les résultats finaux de l'inspection par profilage laser reposent sur l'analyse des données. Cela est particulièrement pertinent pour certains systèmes de profilage laser lorsqu'il y a des débris ou de l'eau dans le tuyau dont il faut tenir compte. L'analyse peut prendre jusqu'à deux semaines, ce qui peut engendrer des retards dans l'échéancier global du projet. Certains systèmes tentent d'intégrer un module sans fil pour la transmission des données afin d'accélérer la livraison de l'information et de réduire la durée globale de l'échéancier. Cependant, cela demeure spécifique à chaque projet. Peu importe le système choisi, le délai d'analyse des données et de remise du rapport doit être évalué et comparé à l'échéancier global du projet afin d'éviter des retards excessifs.

Résumé

Le recours au profilage laser est une technologie relativement nouvelle. Cette technologie est très intéressante et permet de recueillir une grande quantité de données. Cependant, l'obtention de résultats exacts et reproductibles demeure limitée pour l'instant en raison de l'état des tuyaux, des facteurs environnementaux, de l'interprétation de l'opérateur et des limites de l'équipement, comme mentionné ci-dessus. Bien que la technologie soit prometteuse, elle est encore en développement. En conséquence, elle est encore en cours d'évaluation et n'a pas été approuvée pour une utilisation généralisée par un organisme national d'homologation majeur.

¹ *Refining Laser Profiling Methods Used for Pipeline Assessment, Trenchless Technology Center, Louisiana Tech University, Ruston, Louisiane, avril 2005.*



adspipe.ca