

## **Phụ lục 1 : Hệ thống đo hình dạng kết cấu dưới nước bằng máy quét 3D dưới nước**

### **1. Giới thiệu**

Trong các công trình cảng, việc nắm bắt tình trạng của các kết cấu phần nằm dưới nước hoàn toàn không dễ dàng do chịu ảnh hưởng của sóng và các yếu tố môi trường khác. Khi khảo sát địa hình đáy biển và tình trạng của các kết cấu dưới nước, thông thường việc khảo sát được thực hiện bởi thợ lặn bằng phương pháp thủ công. Tuy nhiên, khảo sát dựa vào thợ lặn bị ảnh hưởng nhiều do hạn chế về thời gian lặn, độ sâu lặn, dòng chảy thủy triều, và độ đục của nước, vì vậy không phải lúc nào cũng được xem là hiệu quả. Do đó, trong những năm gần đây, các phương pháp nâng cao hiệu quả khảo sát bằng cách sử dụng nhiều loại thiết bị đo đạc khác nhau ngày càng được áp dụng rộng rãi. Phần này giới thiệu một phương pháp khảo sát nhằm xác định sự tồn tại hay không của hư hỏng đối với các kết cấu dưới nước bằng cách sử dụng máy quét ba chiều dưới nước.<sup>1)2)</sup>

### **2. Tổng quan về công nghệ**

#### **2.1 Khái quát**

Máy quét 3D dưới nước (sau đây gọi là 3DSC) là một thiết bị sóng âm dùng để đo các kết cấu dưới nước và địa hình đáy biển dưới dạng dữ liệu đám mây điểm mật độ cao với độ chính xác cao, và ban đầu được thiết kế để vận hành ở trạng thái cố định trên đáy biển. Ngoài ra, một công nghệ mới đã được phát triển bằng cách kết hợp 3DSC với cảm biến chuyển động và lắp đặt trên tàu khảo sát, cho phép thực hiện đo đạc ngay trong khi tàu đang di chuyển.

Công nghệ này cho phép ghi nhận chính xác hình học của công trình dưới nước trong khi tàu di chuyển, qua đó nâng cao đáng kể mức độ an toàn, hiệu quả và tính kinh tế. Do 3DSC có kích thước nhỏ gọn và trọng lượng nhẹ, hệ thống có thể vận hành chỉ với số lượng nhân sự ít và thiết bị tối thiểu (một tàu công tác), không cần sử dụng máy móc hạng nặng. Hệ thống cũng có thể hoạt động trong điều kiện nước đục và dòng chảy lên đến 2 m/s, những điều kiện mà khảo sát bằng thợ lặn không khả thi.

Đối tượng khảo sát là các biển dạng có kích thước từ 10 cm trở lên. Theo đó, hệ thống có thể đo đạc hiệu quả các hiện tượng như bong tróc lớp phủ kè, xê dịch khối bảo vệ, sự mở rộng các khe nối, mài mòn và mất hệ thống bảo vệ ca tốt, cũng như lỗ thủng trên cọc ván thép hoặc cọc. Tuy nhiên, hệ thống không được dùng để phát hiện các vết nứt bê tông hoặc hiện tượng ăn mòn trên bề mặt thép.

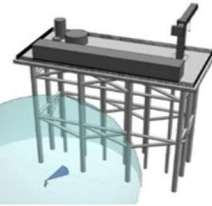
### Đo đạc gắn trên tàu

Tốc độ: 4~6km/giờ



Đo đạc với đầu sonar cố định theo phương ngang

### Đo đạc cố định tại đáy biển



Đo đạc bằng cách xoay đầu sonar

Hình 1 Hình ảnh đo đạc dưới nước bằng máy quét 3D dưới nước

## 2.2 Phương pháp đo

Nội dung của công nghệ này được trình bày dưới đây theo quy trình đo như sau:

- (1) Sóng âm có tính định hướng ở tần số cao khoảng 1.350 Hz được phát theo dạng hình quạt về phía đối tượng đo (256 tia quét, góc mở theo phương đứng  $42^\circ$ , góc mở theo phương ngang  $1^\circ$ ), và sóng phản xạ được thu nhận để xác định chênh lệch thời gian.
- (2) Khoảng cách đến đối tượng mục tiêu được tính toán từ chênh lệch thời gian của sóng âm này.
- (3) Khi hệ thống được lắp đặt trên tàu, góc đứng của bộ phát sóng âm được cố định, và sóng âm được phát theo phương ngang sang bên hông của tàu công tác. Bằng cách cho tàu di chuyển song song với các công trình như đê chắn sóng và tường bến, đồng thời ghi nhận khoảng cách đến các kết cấu dưới nước và đáy biển tại nhiều điểm, hình dạng công trình được trực quan hóa dưới dạng dữ liệu đám mây điểm 3D.
- (4) Sau khi hoàn thành lần đo ban đầu, góc đứng được điều chỉnh và tiến hành di chuyển, đo đạc bổ sung. Bằng cách tích hợp dữ liệu đám mây điểm, thu được dữ liệu đám mây điểm 3D của công trình từ ngay dưới mặt nước đến độ sâu khoảng 15 m.

## 2.3 Phạm vi áp dụng

Các công trình mà hệ thống này có thể áp dụng được trình bày trong Bảng 1. Các đối tượng đo đạc của hệ thống bao gồm bồi lắng trầm tích, xói lở và các biến dạng có kích thước từ 10 cm trở lên. Các biến dạng có thể đo được gồm: khe hở của thùng chìm (caisson), chuyển vị của công trình bảo vệ mái dốc và công trình bảo vệ chân kè, lỗ thủng trong cọc ván thép và cọc, sự tiêu hao hoặc mất mát của hệ thống bảo vệ catốt (anode), cũng như lún và hư hỏng của các công trình tiêu năng sóng.

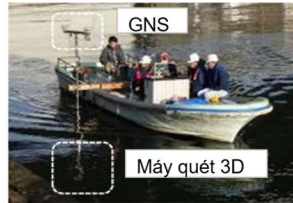
Do đặc tính của thiết bị đo, những khu vực mà sóng siêu âm không thể tác động trực tiếp — chẳng hạn như phía sau cọc cầu cảng và phía sau các khối tiêu sóng — nên được bổ sung bằng các phương pháp khảo sát khác như kiểm tra trực quan bởi thợ lặn hoặc chụp ảnh/khảo sát bằng thiết bị bay hoặc robot dưới nước (drone dưới nước).

Bảng 1 Các công trình áp dụng cho hệ thống này

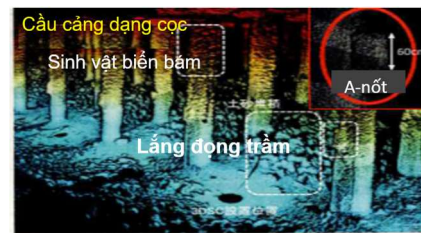
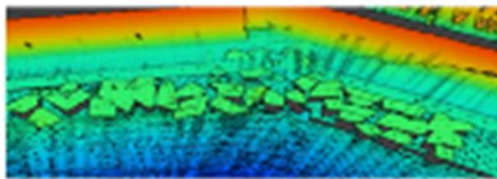
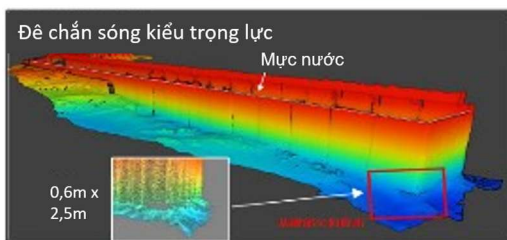
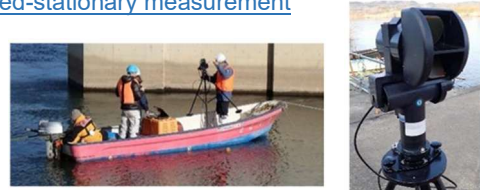
Công trình mục tiêu	Ghi chú (loại kết cấu, v.v.)
Công trình bảo vệ cảng	Loại trọng lực, loại cọc ván thép
Công trình neo đậu	Loại trọng lực, loại cọc ván thép, loại cầu cảng
Đường thủy và bề cảng	
Khác	Công trình thân thiện với môi trường, cáp ngầm, bãi rong biển, san hô, v.v.

2. Ví dụ đo đạc

Đo đạc gắn trên tàu



Seabed-stationary measurement



**Tham khảo**

- 1) [https://ideacon.jp/technology/inet/vol48/vol48\\_all.pdf](https://ideacon.jp/technology/inet/vol48/vol48_all.pdf)
- 2) [https://www.mlit.go.jp/kowan/kowan\\_tk5\\_000040.html](https://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_tk5_000040.html)