

炉内検査用水中ビークルの位置検知技術

Position Detection Technology of Underwater Vehicle for Core Internal Inspection

(株) 日立製作所	小林 亮介	Ryosuke KOBAYASHI	Non-member
(株) 日立製作所	岡田 聡	Satoshi OKADA	Non-member
(株) 日立製作所	藤間 正博	Masahiro TOOMA	Non-member

The underwater vehicle system to inspect a nuclear power plant has been developed. In this work, the function of position detection to show the moving vehicle's position to operators is proposed. This paper describes the new method using map matching that consists of the cross-section shape data cutted by 3-D CAD data and the inner surface geometry measured by laser range finder. Finally, by the fundamental examination using the sensor unit, it was confirmed that the position was detected within 48mm.

Keywords: Underwater Vehicle, Position Detection, Map Matching, CAD, Laser Range Finder

1. 緒言

原子力発電所の炉内検査では、目視検査（以下、VT）の後、必要に応じて超音波検査や渦電流検査を実施する。VT では、水中カメラや遠隔操作ビークル（以下、ROV）が用いられる[1]。このうち、ROV は対象領域で任意方向に移動可能であるため、1回の投入で広範囲を検査でき、検査時間の短縮が図れる。ROV を用いた検査では、移動中の位置を把握する必要があるが、従来は ROV 搭載カメラや外部の水中カメラの映像から判断していた。しかし、特に検査ニーズの高い炉底部では、同一形状の構造物が複数存在するため、カメラの映像のみで、位置を把握することが困難であった[2]。

今回、炉底部においても利用可能な位置検知技術の開発を目的とし、ROV に搭載したセンサのみで位置を検知する方式を新たに考案した。以下、方式の概要と性能評価試験の結果について報告する。

2. 水中 ROV を用いた炉内検査の概要

Fig.1 に、水中 ROV を用いた炉内検査の概要を示す。検査時には、炉内は水で満たされており、オペレーションフロアまたは作業台車上に制御装置を設置し、ケーブルを介して接続した ROV を投入する。その後、検査員がカメラ映像を見ながら ROV の位置を確認し、検査対象箇所まで移動させ、VT を行う。

連絡先:小林亮介、〒319-1221 茨城県日立市大みか町 7-2-1 (株) 日立製作所 電力・電機開発研究所、電話: 0294-52-9214、e-mail:ryosuke.kobayashi.xc@hitachi.com

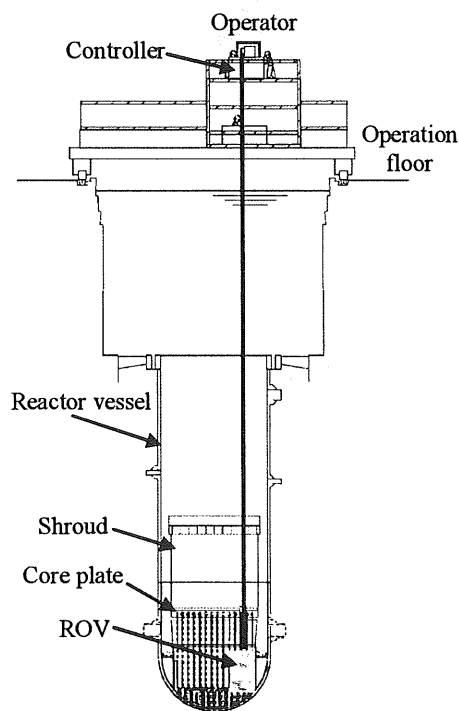


Fig. 1 Overview of core internal inspection using ROV.

3. 位置検知技術の開発

3.1 方式の検討

適用対象である炉底部は、多くの構造物が存在するため、広い空間で一般的に用いられている GPS 方式や、検査領域を取り囲むように複数の超音波センサやカメラを設置する外界センサ方式の適用が困難である。これに対し我々は、内界センサのみで位置を検知する方式を開発している[3]。今回、構造物の形状データを

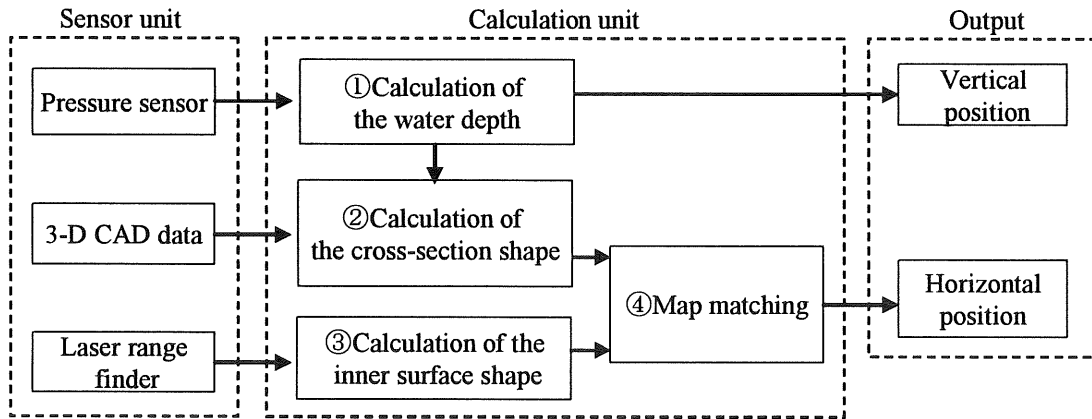


Fig. 2 Configuration of the position detection method.

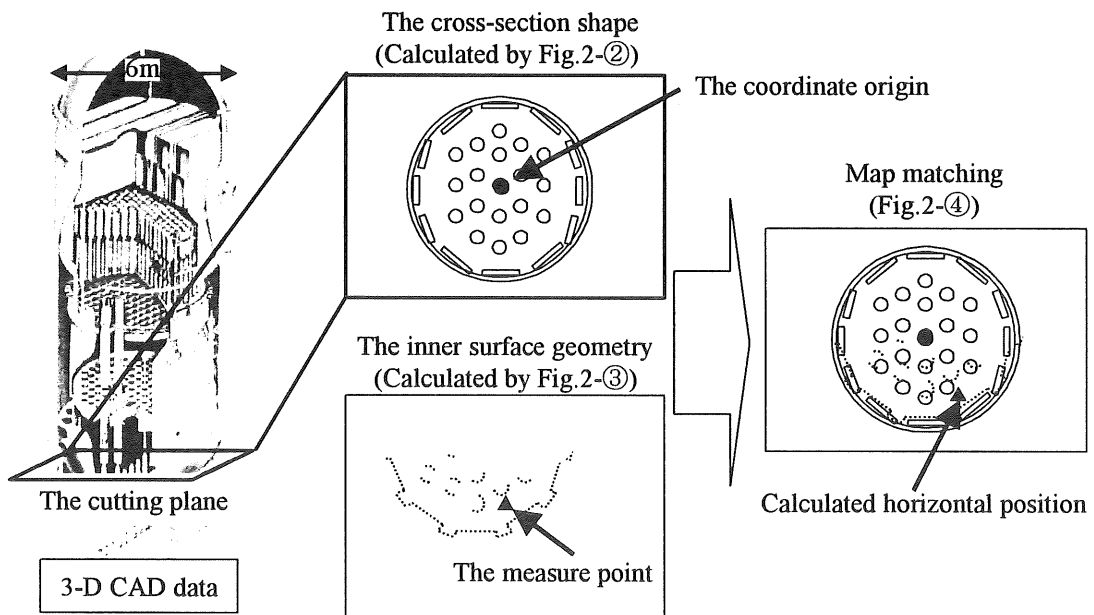


Fig. 3 The calculation example of the position detection.

活用することで、より精度良く位置を検知する方式を新たに考案した。

3.2 処理の詳細

Fig. 2 に考案した位置検知方式の構成、Fig. 3 に処理イメージを示す。まず、圧力センサで検出した水圧を基に、垂直位置を算出する（図中①）。次に、炉内3次元CADデータから2次元断面形状の切り出しを行う（図中②）。この際、垂直位置の情報に基づき、切断面を定義する。一方、内表面形状は、レーザレンジファインダで計測した構造物までの距離情報を用いて算出する（図中③）。最後に、マップマッチング

処理（図中④）において、処理②と処理③において得られた形状データを用いて、形状が一致する箇所を同定し、水平位置を算出する。

以上、本節で述べた処理により、ROVの位置を算出することが可能になる。

4. 位置検知性能の評価試験

試験では、適用対象である炉底部検査時の性能を評価するため、炉底部モックアップを製作、設置した。そして、センサユニットを Fig. 4 に示す計測点の各々に設置し、位置を計測して検出誤差を評価した。

Fig. 4 に、試験結果を示す。図中の点線は、各計測点における最大検出誤差を示している。結果から、検出誤差は、48mm 以内であることが分かった。

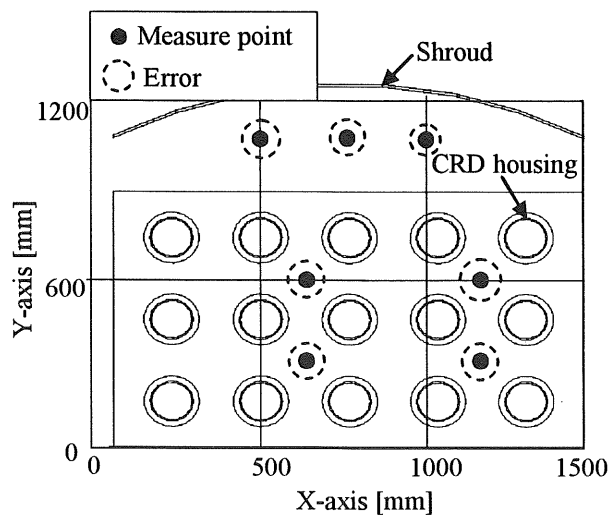


Fig. 4 The result of the fundamental experiment.

5. 結言

本稿では、原子炉内検査用水中 ROV に用いる位置検知技術として、LRF で計測した周囲構造物の内表面形状と、3次元 CAD データから切り出した断面形状とを比較して、ROV 位置を検知する方式を考案した。性能評価試験の結果、48mm 以内の誤差で位置を検知できることを確認した。

参考文献

- [1] 鈴木正憲、“原子力発電プラント水中検査用 ROV の開発”、日本ロボット学会誌、Vol. 22, No. 6, 2004, pp. 7-11.
- [2] 岡田聡 他、“原子炉狭隘部検査用遊泳型 ROV の開発”、第 23 回日本ロボット学会学術講演会、2005.
- [3] 小林亮介 他、“狭隘部検査用水中ビークルシステムの開発—第 2 報：停留制御機能の構築—”、第 25 回日本ロボット学会学術講演会、2007.

