

M-10

段差型主反射鏡と凹凸型副反射鏡を用いた超音波システムのオフセット構成に対する検討

Study on Offset Configuration of Ultrasonic System Using Stepped Main Reflector and Concavo-convex Curve Sub-reflector

○上田拓矢¹, 根口純一², 應後剛², 織田武浩², 佐伯勝敏³*Takuya Ueda¹, Jyunichi Neguchi², Takeshi Ohgo², Takehiro Orita², Katsutoshi Sacki³

Abstract: In recent years, in order to prevent conflicts between heavy machinery and people, development of a system using supersonic sensing with high reception feeling and direction controllable has been performed. In the past, we investigated directional control of ultrasonic waves using a stepped main reflector and a concavo-convex curve sub-reflector.

In this paper, we propose an offset reflector using a stepped main reflector and a concave-convex curve sub-reflector for directivity control using offset reflector. As a result, the focal length was shortened from 290 mm to 190 mm. We also clarified that directivity control is possible in the range of $\pm 4^\circ$ to $\pm 46^\circ$.

1. まえがき

近年、重機と人との接触防止のために超音波センサを用いたシステムの開発が行われている^[1]。超音波センサを用いた接触防止システムは、走査範囲が広く、受信感度が高いこと、そして超音波センサ数の少ないことが望まれている。しかし、送受信一体型の超音波センサは指向性が鋭く、測定範囲が狭くなる。広範囲の測定を行うためにホーンを装着することで、指向性の制御が可能であるが、受信時にホーンが反射波を遮蔽するため損失が大きい。先に我々は、超音波センサに段差型主反射鏡と凹凸型副反射鏡を用いて指向制御について検討を行い^[2]、副反射鏡と主反射鏡を焦点距離からずらすことで指向制御が可能であることを示した。しかし、超音波センサと副反射鏡が主反射鏡の同軸上に配置してあるため、焦点距離が 290mm と長く、短くする必要がある。本研究では、オフセットの反射鏡を構成することで、焦点距離の短縮と指向制御が可能であると考え、送受信一体型の超音波センサに段差型主反射鏡と凹凸型副反射鏡を用いたオフセット構成について検討を行った。

2. 本論

図 1 に凹凸型副反射鏡の断面図を示す。重機に対して人検出の場合、上下方向への走査範囲は不要となる。超音波センサは球面波を発信するため、上下方向へも左右方向と同様に超音波を放射する。そこで、副反射鏡の反射波を左右の走査方向は凸型で球面波、上下方向には凹型の形状で平面波を反射することで、平面方

向に音圧を集中させる副反射鏡を提案する。

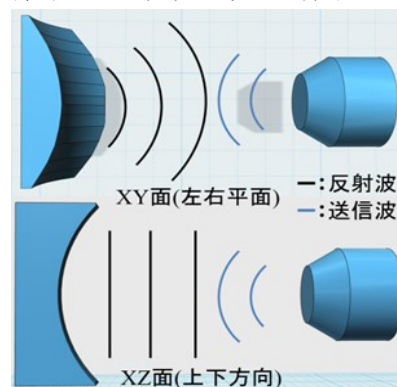


Figure 1. Cross-sectional view of concavo-convex curve sub-reflector

図 2 に凹凸型副反射鏡を用いた指向性を示す。主反射鏡は放物面反射鏡を用いて、同反射鏡から 5m 先に 30cm 四方のアルミ板を配置し、これを測定物とした。同図より、-10dB において放物面副反射鏡に比べ $\pm 6^\circ$ 拡大したことを示している。

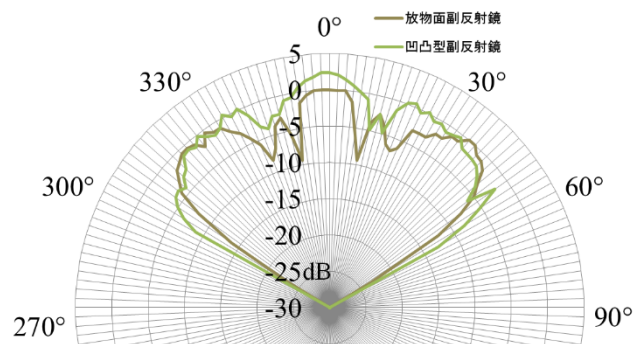


Figure 2. Directivity using concavo-convex sub-reflector

図3に段差型主反射鏡と放物面主反射鏡を用いた指向性を示す。同図より、放射角は-10dBにおいて放物面主反射鏡が+52°、-50°段差型主反射鏡が+58°、-60°となることを示している。すなわち、放物面主反射鏡に比べ段差型主反射鏡の放射角は約10°向上したことを示している。

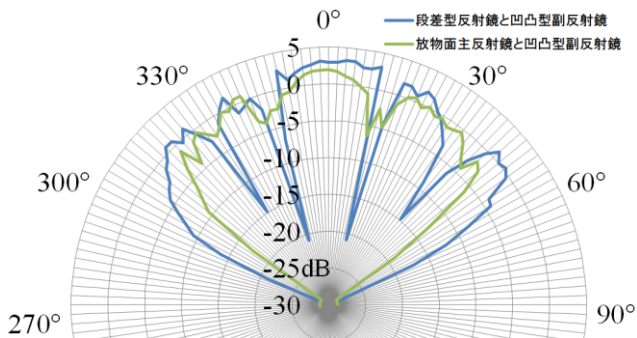


Figure 3. Directivity using stepped main reflector and paraboloid main reflector

図4に段差型主反射鏡と放物面主反射鏡を用いた上下方向の指向性を示す。凹凸型副反射鏡を用いることで、超音波の放射角は両主反射鏡で-10dBにおいて±12°となったことを示している。送受信一体型の超音波センサは球面波を発信しているため、扇状の指向特性になるが、凹凸型副反射鏡を用いることで、上下方向の超音波の放射を抑制し、指向性が鋭くなったことを示している。

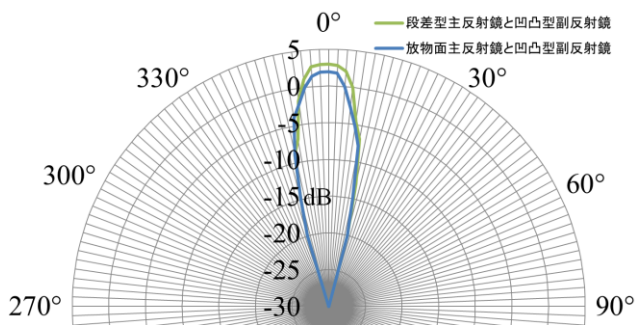


Figure 4. Vertical directivity using stepped main reflector and paraboloid main reflector

図5にオフセット構成の反射鏡断面図を示す。同図のように段差型主反射鏡と凹凸型副反射鏡を用いてオフセット構成とすることで、焦点距離を290mmから190mmへ短縮し、オフセット構成の反射鏡を用いて指向性の測定を行った。

図6にオフセット構成の反射鏡指向性を示す。主反射鏡から副反射鏡を焦点距離から遠ざけることで、-10dBにおいて、放射角が±46°となった。また、主反射鏡と副反射鏡が焦点位置である時、指向性は鋭くなり、±4°の範囲において+4.5dB受信感度が向上したことを示している。この結果より、オフセット構成の反

射鏡を用いて、±4°から±46°の範囲において、指向制御が可能であることを示している。

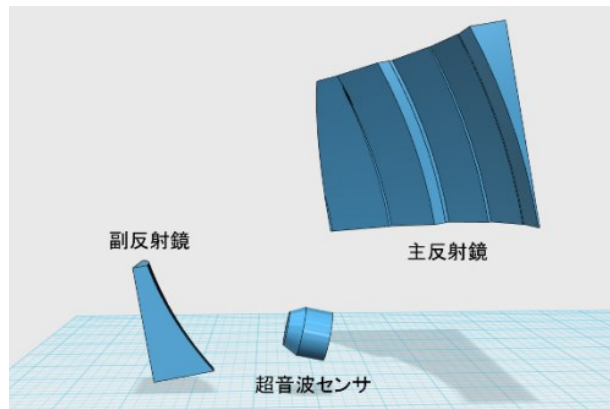


Figure 5. Cross-sectional view of offset reflector

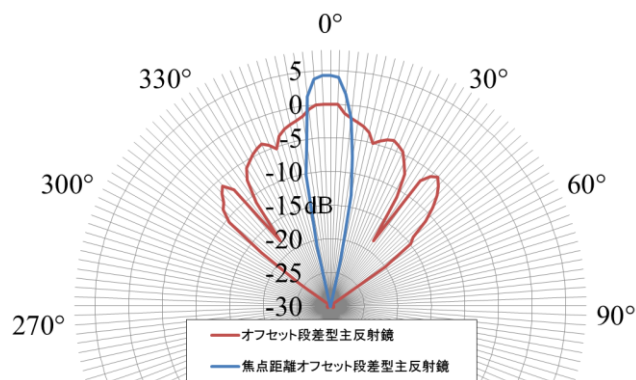


Figure 6. Directivity of Offset Reflector

3. 結論

段差型主反射鏡と凹凸型副反射鏡を用いた超音波システムのオフセット構成に対する検討を行った。その結果、焦点距離は290mmから190mmへ短縮できることを明らかにした。また、±4°から±46°の範囲において、指向制御が可能であることを明らかにした。

今後は、オフセット構成の反射鏡を用いて、反射鏡の小型化に対する検討を行う。

4. 参考文献

- [1] 矢島清志, 藤井裕之: “超高層建物閉鎖型解体工法の開発: (その8)天井走行クレーンの接触防止システムの開発”, 超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム講演予稿集, 1091, pp. 181-182, (2012)
- [2] 上田拓矢, 根口純一, 應後剛, 織田武浩, 佐伯勝敏, : “段差型主反射鏡と凹凸型副反射鏡を用いた超音波の指向制御”, 電気学会電子回路研究会, ECT-17-098, (2017), (発表予定)