ペルシャ湾航路におけるオメガ航法利用実績

三好雄一*・前田文郎*

On the Relative Accuracy of OMEGA System on the Persian Gulf Route

Yuichi MIYOSHI and Fumio MAEDA

Abstract

The Persian Gulf route is one of Japan's most crucial trading routes. The accuracy of Omega system on the route is, therefore, to be studied closely.

This survey was conducted on the relative accuracy of Omega system with respect to various position fixing methods presently used.

These are the findings :

1. On the whole, the average relative error was 2.2 miles.
2. The average relative error in each of the 3 areas was 2.0, 2.2 and 2.8 miles, although the number for each area is based on a different amount of data.
3. Among all the combinations of paired stations used on the route, the average relative error for AE-BH, AE-AH, and AE-EH, though these paired stations are the ones most frequently used, was 1.9, 2.5, and 2.8 miles.
4. Lane error for pair BE has positively deviated distribution. The rest of the pairs showed widely dispersed distribution and their peaks were in the negative side.
5. Large relative errors occurred in the South China Sea and the Arabian Sea.

1. 緒 言

ペルシャ湾航路は我国にとり重要な航路の一つであり、オメガ・ラティス・テーブルの海域7, 8, および9にまたがっている。本航路ではオメガ航法システムの他に電波航法援助システムが利用できない海域が多く、オメガシステムにも受信不良帯が存在することが指摘されている。オメガシステムの現状を把握しておくことが必要である理由がここにある。

本航路における実績データを解析した結果利用した船、ペアの組合せ、海域、基準として用いた方法の別なく、全体としての相対誤差の平均は2.2マイルであった（但し、8マイル以上の相対誤差は除いた場合）。

海域別では、海域7, 8, 9の順に相対誤差の平均が大きくなり、それぞれ2.0, 2.2, 2.8マイルであったが、海域によりデータの数が一定でなく、全データの約70%は海域8で得られた。又比較的データ数の多いペア組合せの相対誤差平均値は、組合せAE-BH, AE-AH, AE-EHに対し、1.9, 2.5, 2.8マイルであった。

ペアに対する位置の線の偏りを基準位置に対する計算レーン数と、実測レーン数にPPCを加味した値の差と考えると、ペアBEのみが平均値で5.5cel大きくでる傾向があったが他の組合せでは一般には小さくでる傾向がある。ただし、その分布は幅広く、傾向は顕著ではない。

大きな相対誤差がベンガル湾を除く海域でかなり頻繁に得られた。相対誤差の大きさに関係すると思われるものとして、船、ペア組合せ、海域、基準方法を取りあげ、重回帰分析を試みたが、現在までのところ明確な結論は得られなかった。

2. 方 法

オメガ航法により決定された船位を、従来から用いられている各種船位決定方法により同時測定された船位と相対比較し、オメガ航法の相対誤差について統計量を計算する。

* 正会員 神戸商船大学

データは6隻の船によって取得された。利用されたペア組合せは12種類、基準となった方法は、不明を一種類とすれば、5種類、測得データ数244であった。

3. 結果

結果の一覧を示せば表1の如くなる。表中方法の欄の、N, R, S, E, Mはそれぞれ Noon Position, Radar, Star Sight, DR, その他を意味し、3個の数字はデータ数、平均、標準偏差をあらわしている。船の欄の番号は各船に割当てた番号である。

3.1 海域別の結果

各海域におけるデータの数、7, 8, 9の海域でそれぞれ19, 179, 34であった。図1におけるデータ数は8マイル以上の相対誤差をもつデータを含み、表1においては含まない。従って各海域における8マイル以上の相対誤差をもつデータの数、0, 9, 3個となる。

海域7で得られたデータは、ペア組合せAE-BE, AE-BH, およびBE-BHによるもので、3隻の船により得られた。相対誤差の平均は2.0マイルであり、頻度分布は0.5~1.0にピークをもち、4.5マイル以内に95%のデータが収まっている。

海域8ではAB-AH, AC-CD, AE-AH, AE-BE, AE-BH, AE-EH, およびBE-BHの7種のペア組合せが利用され、データ取得に参加した船は6隻であった。相対誤差分布のピークは1.0~1.5マイルにあり、平均は2.2マイルであった。この海域では相対誤差が8マイル以上のデータが9個あり、88%のデータは5マイル以内におさまる。

海域9では利用された組合せ

POSITION FIX BY OMEGA (1977 / 4 - 78 / 10)

AREA 7
PAIR 2528 1525 1528
SHIP 27 28 39
MTHD ALL
DATA 19

POSITION FIX BY OMEGA (1977 / 4 - 78 / 10)

AREA 8
PAIR 1318 1334 1528 1558 2528 1525 1218
SHIP 17 24 27 28 32 39
MTHD ALL
DATA 189

POSITION FIX BY OMEGA (1977 / 4 - 78 / 10)

AREA 9
PAIR 1334 1558 3435 3538 1858 3858 1315
SHIP 17 24 27 28 32 39
MTHD ALL
DATA 37

図1 計算結果 (海域別)

表1 計算結果(全体)

combination of pairs	AREA 7			AREA 8			AREA 9			TOTAL		
	Method	Ship	Total	Method	Ship	Total	Method	Ship	Total	Method	Ship	Total
AB-AH				(R) 1, 1.5, 0.0	(28) 1, 1.5, 0.0	1, 1.5, 0.0	(R) 1, 1.3, 0.7 (R) 1, 1.7, 0.0	(39) 2, 2.4, 0.7	2, 2.4, 0.7	(R) 1, 1.5, 0.0 (R) 1, 3.1, 0.0 (R) 1, 1.7, 0.0	(28) 1, 1.5, 0.0 (39) 2, 2.4, 0.7	1, 1.5, 0.0 2, 2.4, 0.7
AC-AE												
AC-CD				(R) 1, 1.7, 0.0	(24) 1, 1.7, 0.0	1, 1.7, 0.0	(R) 2, 1.3, 0.6 (R) 4, 4.3, 0.7 (E) 2, 3.2, 0.4	(17) 6, 3.5, 1.5 (24) 2, 2.7, 0.8	8, 3.3, 1.4	(R) 3, 1.4, 0.5 (R) 4, 4.3, 0.7 (E) 2, 3.2, 0.4	(17) 6, 3.5, 1.5 (24) 3, 2.4, 0.8	9, 3.1, 1.4
AE-AH				(R) 14, 1.9, 1.4 (R) 13, 1.6, 0.7 (S) 10, 3.8, 1.8 (R) 8, 3.9, 2.0 (E) 3, 1.2, 0.6	(17) 36, 3.0, 1.8 (28) 12, 1.0, 0.6	48, 2.5, 1.8				(R) 14, 1.9, 1.4 (R) 13, 1.6, 0.7 (S) 10, 3.8, 1.8 (R) 8, 3.9, 2.0 (E) 3, 1.2, 0.6	(17) 36, 3.0, 1.8 (28) 12, 1.0, 0.6	48, 2.5, 1.8
AE-BE	(R) 6, 2.3, 1.4 (R) 1, 0.6, 0.0	(28) 7, 2.1, 1.4	7, 2.1, 1.4	(R) 3, 1.7, 0.3	(28) 3, 1.7, 0.3	3, 1.7, 0.3				(R) 9, 2.1, 1.2 (R) 1, 0.6, 0.0	(28) 10, 2.0, 1.2	10, 2.0, 1.2
AE-BH	(R) 1, 4.6, 0.0 (R) 10, 1.8, 1.1	(39) 11, 2.0, 1.3	11, 2.0, 1.3	(R) 65, 1.8, 1.4 (R) 30, 2.0, 1.3 (S) 13, 2.1, 1.3 (R) 2, 2.2, 1.7	(24) 13, 2.2, 1.6 (27) 34, 1.7, 1.3 (39) 43, 2.0, 1.4	90, 1.9, 1.4				(R) 46, 1.9, 1.4 (R) 40, 1.9, 1.2 (S) 13, 2.1, 1.5 (R) 2, 2.2, 1.7	(24) 13, 2.2, 1.6 (27) 34, 1.7, 1.3 (39) 54, 2.0, 1.4	101, 1.9, 1.4
AE-EH				(R) 16, 2.8, 1.5 (R) 13, 2.4, 1.6	(24) 24, 2.7, 1.6 (39) 5, 2.3, 1.6	29, 2.6, 1.6	(R) 1, 5.7, 0.0 (R) 6, 3.3, 2.3	(24) 5, 3.8, 2.2 (39) 2, 3.4, 2.4	7, 3.7, 2.3	(R) 17, 3.0, 1.6 (R) 19, 2.7, 1.9	(24) 29, 2.9, 1.7 (39) 7, 2.6, 1.9	36, 2.8, 1.8
AH-EH							(R) 2, 1.4, 0.1	(28) 2, 1.4, 0.1	2, 1.4, 0.1	(R) 2, 1.4, 0.1	(28) 2, 1.4, 0.1	2, 1.4, 0.1
BE-BH	(R) 1, 0.7, 0.0	(27) 1, 0.7, 0.0	1, 0.7, 0.0	(R) 3, 1.2, 0.4 (R) 1, 1.1, 0.0 (R) 3, 3.6, 2.9	(27) 2, 1.1, 0.0 (32) 5, 2.7, 2.6	7, 2.2, 2.3				(R) 3, 1.2, 0.4 (R) 2, 0.9, 0.2 (R) 3, 3.6, 2.9	(27) 3, 1.0, 0.2 (32) 5, 2.7, 2.6	8, 2.0, 2.2
CD-CE							(R) 1, 5.0, 0.0	(27) 1, 5.0, 0.0	1, 5.0, 0.0	(R) 1, 5.0, 0.0	(27) 1, 5.0, 0.0	1, 5.0, 0.0
CE-CH							(R) 1, 3.3, 0.0 (R) 2, 1.6, 0.6 (R) 1, 1.7, 0.0	(27) 4, 1.6, 0.4	4, 1.6, 0.4	(R) 1, 3.3, 0.0 (R) 2, 1.6, 0.6 (R) 1, 1.7, 0.0	(27) 4, 1.6, 0.4	4, 1.6, 0.4
CH-EH							(R) 3, 1.6, 1.3 (R) 5, 2.1, 0.9 (R) 1, 7.7, 0.0 (E) 1, 0.0, 0.0	(28) 2, 3.9, 3.9 (32) 8, 2.0, 0.9	10, 2.4, 2.0	(R) 3, 1.6, 1.3 (R) 5, 2.1, 0.9 (R) 1, 7.7, 0.0 (E) 1, 0.0, 0.0	(28) 2, 3.9, 3.9	10, 2.4, 2.0
Total	(R) 1, 4.6, 0.0 (R) 17, 1.9, 1.3 (R) 1, 0.6, 0.0	(27) 1, 0.7, 0.0 (28) 7, 2.1, 1.4 (39) 11, 2.0, 1.3	19, 2.0, 1.4	(R) 79, 2.0, 1.5 (R) 61, 2.0, 1.2 (S) 23, 2.8, 1.9 (R) 13, 3.6, 2.3 (E) 3, 1.2, 0.6	(17) 36, 3.0, 1.8 (24) 38, 2.5, 1.6 (27) 36, 1.7, 1.2 (28) 16, 1.2, 0.6 (32) 5, 2.7, 2.6 (39) 48, 2.1, 1.4	179, 2.2, 1.6	(R) 8, 2.2, 1.7 (R) 21, 2.9, 1.7 (R) 2, 4.7, 3.0 (E) 3, 2.5, 1.1	(17) 6, 3.5, 1.5 (24) 7, 3.5, 2.0 (27) 5, 2.3, 1.4 (28) 4, 2.7, 3.0 (32) 8, 2.0, 0.7 (39) 4, 2.9, 1.8	34, 2.8, 1.9	(R) 88, 2.1, 1.5 (R) 99, 1.4, 1.2 (S) 23, 2.8, 1.9 (R) 16, 3.5, 2.5 (E) 6, 1.9, 1.1	(17) 42, 3.0, 1.8 (24) 45, 2.7, 1.7 (27) 42, 1.7, 1.3 (28) 27, 1.6, 1.5 (32) 13, 2.3, 1.8 (39) 63, 2.1, 1.4	227, 2.2, 1.6

の数は9種類と多いが全体のデータ数は34で、各ペア組合せにおけるデータ数が少ない。8マイル以上の相対誤差は3回発生しており、分布のピークは1.5~2.0マイルにあり、平均は2.8マイル、5マイル以内には80%のデータがおさまっている。

3.2 ペア組合せ別の結果

データ取得に利用されたペア組合せは12種類であるが、全航路で10個以上のデータを得た組合せは、AE-AH, AE-BH, AE-EH, であった。図2-a, 図2-b, 図2-cにこれらの組合せ位置の線と測定位置及び統計値の計算作図結果を示す。

統計計算結果は左半分に中心を基準船位としてオメガ船位を相対的にプロットし、右上に半径方向相対誤差の頻度分布と累積頻度分布を、右下に基準位置の計算位置の線を0とし、実測値にPPCを加えたオメガ位置の線の相対的な分布をペア毎に作図してある。後者は換言すれば基準船位にオメガ船位をあわせるために必要な Correction の分布である。

AE-AHは海域8で用いられ、データ数は48個、船舶数2隻、基準方法5種類であった。この組合せは幾何学的には問題はないが、A, E, H, の各局からのオメガ航法電波の信号強度は地域的に差がある。A局からの電波はスリランカ、ビルマ、台湾を結ぶ線の南側で、H局からの電波はスリランカから西側でそ

図2-a 計算結果 (AE-AH)

図2-b 計算結果 (AE-BH)

図2-c 計算結果 (AE-EH)

組合せ全体の相対誤差の平均は2.8マイル、分布のピークは1.5マイルから2.0マイルにあり、5マイル以内に約80%のデータが含まれる。この組合せの場合、基準方法に差があっても相対誤差平均にあまり差はないが、絶対値そのものは2.7、3.0マイルと少し大きく出る。船別の場合も同様の傾向を示し、2.6、2.9マイルである。correctionの分布は両ペアとも小さくないが、AEペアはEHペアに比して、分布の幅が小さい。又AEはcorrectionの平均が-7celということから、実測値が計算値より大きく出る傾向がある。EHは常に実測のLOPが小さくでている。

れぞれ-20dB以下のS/Nとなると予測されている。ただしE局はこれに対し、この全域でS/N-20dB以上を確保できる予定である。結果は相対誤差の平均値は2.5マイル、分布のピークは1.5~2.0マイルとなり、5マイル以内にデータの約85%がおさまる。基準方法が異ると、Radarの1.6マイルからNoon positionの1.9マイル、スターサイトの3.8マイルまで同じペアを利用しながらでも差がある。船別の場合でも同様で、一船は1.0マイルで、他船は3.0マイルという差がある。位置の線については、AE、AH共にcorrectionの分布の平均は(+), すなわち実測値が計算値より小さい方に偏っていることになる。ただばらつきが大きくその偏りも顕著でない。

AE-BHもデータの90%は海域8で得られ、約10%のデータが海域7で得られたものである。この組合せも幾何学的には位置の線の交角等良い組合せである。一方、局Bからの電波であるが、これは予測では台湾より南側では-20dB以上のS/Nを予測できる。このペアを用いた3隻の船が得たデータ数は101個、用いた基準の方法は4種類であった。相対誤差の平均は1.9マイルとかなり小さく、標準偏差も1.4とばらつきの面でも小さい。頻度分布のピークは1.0~1.5マイルにありデータの50%は1.5マイル以内におさまる。5マイル以内には98%のデータがおさまるといふ成績の良さである。

この組合せの場合、基準方法別による平均の差は小さく、1.9マイルから2.2マイルまでであった。各船での平均はそれぞれ1.7、2.0、2.2マイルで、このペアでは船に無関係に相対誤差が小さくおさまっている。correctionの分布はAEがBHに比してばらつきが小さく、又実測による位置の線の方が小さくする傾向を示している。

AE-EHは2隻の船で、海域8及び海域9において、それぞれ29回、および7回のデータ取得に用いられた。全データ数36個、基準方法はRadar及びNoon positionの二種類であった。この組合せでは位置の線の交角が小さくなり、幾何学的条件はよくない。信号強度の条件はAE-AHと同様である。

図3 5マイルより大きい相対誤差の地理的分布

以上3つのペアについてみてきたが、相対誤差は船、海域、ペアの組合せ、基準方法、時刻、気象海象条件、地理的条件、物理的条件その他が複雑に絡みあった結果であることはわかる。同一ペアを用い、同一船が、同一基準方法で船位を測定しても、他の要素が変われば、統計値が同一でないことは常識的に理解できるが、その時の相対誤差のふるまいを定量的にとらえようとする時は非常に困難にみまわれる。

3.3 大きい相対誤差の分布と影響する要素

相対誤差が5マイル以上のデータをプロットしたものが図3である。

今回の結果から大きな相対誤差発生原因と考えられるのは、電波伝搬上の異常又は限界に起因するもの、データ処理に関連する受信機のハードウェア、ソフトウェアの能力に起因するもの、利用者の使用方法に起因するもの等である。いいかえれば、理由の如何に関らず、到来電波の位相差の読取りが正しくなされていないことによるものと、読取った値をオメガ位置に変換する作業の過程における過誤によるものとである。後者の過誤がなかったという前提で図3を見れば、相対誤差は本船と局の地理的、物理的相対位置関係に強く依存するといえる。前述の信号強度の予測も考慮するが、A局からの電波はアジア大陸から南支那海に出た段階で、H局の電波はスリランカ、インド大陸を越えアラビア海に出る頃までに、B局からの電波はマレー半島附近から東において、それぞれ信号雑音比が悪くなるようである。ベンガル湾では大きい相対誤差が今回おこらなかったのである。

前述した誤差に関連するかもしれない要素のうち、船、海域、ペア組合せ、基準船位決定方法を説明変数として、相対誤差に関し線形で重回帰分析を行ってみたが、明確な結論は現在までのところ得られていない。途中の過程において、相対的なものであるが、相対誤差と最も相関が高い要素は船別であり、次いではペア組合せとなった。常識的予想では納得できるが、更に検討を続ける必要がある。

4. 結 言

ペルシャ湾航路におけるオメガ実測船位の相対誤差について調査した。

本航路における平均相対誤差は2.2マイルであった。相対誤差は多くの未知の要素により決まるわけで、今回の場合でも、船によって、これは言い換えれば利用者によって結果に差があるし、方法が異れば更に大きい差があるということも明らかである。勿論適切なペアの組合せの選択が重要で結果にも大きな影響があることがわかった。上の2.2マイルという値も現在では更に小さい値になっているのではないかと推察している。オメガ航法システムの有効性を高め信頼性を高める道はオメガ電波の位相差の読みとりを誤らせる要因に常に注意を払う習慣をつけることと、位相差の船位への変換に際し不注意な誤りをしないよう常に注意を怠たらぬことで、これらを通して、システムの可能性と限界を理解し、過大な期待もなく、過小の評価もせず、ありのままで充分に活用できると考える。

最後にデータの収集に永い間御協力いただいた三光汽船小松海務部長はじめ海務部の方々、海上で御活躍中の乗組の方々に心より謝意を表します。