

定點에 있어서 GSP의 測位精度

趙 乙 濟

(注文津水產高等學校)

I. 序 論

선박의 위치를 구하는 航法 시스템에는 여러가지 종류가 있다. 옛부터 행해지고 있는 天文航法 및 地文航法은 視界가 불량할 때에는 이용할 수가 없다는 결함이 있다.

電波航法 시스템인 LORAN, DECCA 등에서는 氣象에 의한 제약을 받지 않고 全天候性이라고 하는 요망은 만족시켰지만, 전파의 傳播上의 한계에 의해 有效範圍가 한정되었다. 또한 전세기적인 이용 범위를 갖는 시스템에서도 OMEGA는 精度가 낮고, NNSS는 連續性에 결함이 있는 등, 단일 시스템으로 언제, 어디서라도, 그리고 高精度라고 하는 세 가지 測位條件을 충분히 만족시키는 시스템은 출현하지 않았다.

따라서 지금까지는 大洋航法을 행하는 선박에 있어서 高精度의 測位를 행하기 위해서는 그 선박이 항행하는 해역에 따라서 複數의 航法 시스템을 장비하지 않으면 안 되었다.

이러한 종래의 電波航法 시스템이 갖고 있는 문제점의 거의 전부를 해소하고, 上記의 세 조건을 원칙적으로 만족시킬 수 있는 次世代의 衛星航法 시스템으로

NAVSTAR/GPS(이하 GPS라고 함)라고 하는 電波航法 시스템의 개발이 美國에 의해 진행되고 있다.

이 논문은 1988년 1월~8월 日本의 나가사키대학 연습선 나가사키마루(長崎丸)에 승선하여 GPS로 三定點에서 관측한 선위 측정 자료를 이용하여 GPS의 測位精度를 분석, 검토한 결과를 보고하는 것이다.

II. 資料 및 方法

측정은 1988년 나가사키대학(長崎大學)의 練習船 나가사키마루(長崎丸)의 정박지인 나가사키항에 있어서 1월 13일~14일(C1으로 표시)과 8월 13~15일(C8으로 표시)의 2회와 1988년 5월의 長崎丸의 연습 항해 중 기항지였던 하코다테항(函館港; 5월 28일~30일)과 하마다항(6월 1일~2일)에서 실시했다. 각 港에서의 基準位置는 長崎丸의 안테나 위치를 해도에서 구한 것을 WGS-84의 測地系로 변환해 사용하였으며, 각 測定點의 基準位置와 補正值를 <표 1>에 나타내었다.

사용한 수신기는 日本無線(株)製 JLR-4000(수신 주파수 1575.42±1MHz, C/A 코드의 항법 신호를 4개의 衛星으로부터 順次受信하는 Sequential수신기)로 4

<표 1> Each observation position obtained by chart concerned, and the correction value of WGS-84

	Obervation position	Chart No.	Correction value of WGS-84	WGS-84
A	41°46.916' N	NO.06	I : -0.152'	41°47.068' N
	140°43.787' E	1/13,000	L : 0.223'	140°43.564' E
B	34°53.247' N	NO.1175	I : -0.187'	34°53.434' N
	140°43.787' E	1/10,000	L : 0.155'	132°03.718' E
C1	32°42.103' N	NO.102	I : -0.199'	32°42.300' N
	129°50.870' E	1/10,000	L : 0.142'	129°42.316' N
C8	32°42.117' N	NO.102	I : -0.199'	32°42.316' N
	129°50.840' E	1/10,000	L : 0.142'	129°50.700' E

A : Hakodate, B : Hamada, C1 : Nagasaki(Aug.)

개 이상의 衛星이 관측될 때에는 3D를, 3개의 경우는 2D의 측정을 행하였다.

수신기 사용 Mode는 항행 중의 사용을 가상하여, 항법 모드 및 최적 위성 선택 모드에 설정했다. 測位精度를 나타내는 계수로 표시되는 PDOP (Position Dilution Precision) 값은 H level (PDOP ≤ 10), L level (PDOP ≤ 20)의 3단계로 나누어 요구 정도에 따른 level에 설정하였다.

본 연구에서는 대략 동일점에 있어서의 測位精度의 변화 및 각 定點에 있어서 測位精度를 검토하기 위해 PDOP 값은 L level에 설정하고 전 level에 대해서 측정을 행하였다.

측정은 1분 간격으로 행하고 출력된 데이터는 PC-9801에 입력해 floppy disk에 기록하였으며, 이들의 데이터를 이용하여 測位精度를 검토하였다.

III. 結果 및 考察

1. 測位時間

측정 당시에 측정할 수 있는 위성이 7개 뿐이었으므로 1일 중 測位할 수 있는 시간이 한정되어, 각 測定點에서의 2D 및 3D의 測位가 가능한 시간(測位時間)도

한정되었으며, 각 level마다의 測位時間과 비율은 <표 2>와 같다.

1) 나가사키에 있어서 測位時間에 따른 변화

3D와 세 衛星에 의한 2D의 測位時間은 C1이 9시간 3분, C8가 6시간 38분으로, C1쪽이 약 2시간 30분 길게 되었다. 이와 같이 8월의 測位時間이 1월보다 현저히 짧았던 것은 1월에는 衛星의 수가 7개였지만, 이전부터 상태가 불량하다고 하던 No. 8의 衛星이 6월 초순부터 수신할 수가 없게 되어, 衛星數가 6개로 감소했기 때문이라고 여겨진다. 그러나, 2D와 3D와의 비율은 C1이 각각 80%와 20%이지만, C8에서는 3D가 5% 감소하였다. 이와 같은 사실은 No. 8의 衛星이 불량해도 그것을 수신하여 3D의 演算處理가 행해졌기 때문이라고 여겨진다.

각 level의 비율은, 2D의 H level(이하 2H라고 함)에서는 C8이 C1보다 5% 감소하고, 2M(2DDML M level)에서는 10% 증가하였다. 그러나 2L에서는 같다. 3D에서도 C8의 H level이 C1보다 10% 감소하고, 3M과 3L는 2~3% 증가하였다. 전체로서는 L level은 대략 같지만, M level에서는 C1보다 C8가 13% 증가한 반면, 그 증가분이 H level에서 감소하고 있다. No>88은 水晶發信機를 사용하고 있기 때문에

<표 2> The usable time and ratio of each level on 2D and 3D

		2D				3D				Total			
		H	M	L	T	H	M	L	T	H	M	L	T
A	Time (h-m)	2-25	2-38	2-07	2-10	1-08	0-16	0-15	1-39	3-33	2-54	2-22	8-49
	Percentage (%)	27	30	24	81	13	3	3	19	40	33	27	100
B	Time (h-m)	2-36	1-10	2-55	6-41	1-06	0-35	0-05	1-46	3-45	1-45	3-00	8-27
	Percentage (%)	31	14	34	79	13	17	1	21	44	21	35	100
C1	Time (h-m)	3-24	1-21	2-29	7-14	1-21	0-22	0-06	1-49	4-45	1-43	2-35	9-03
	Percentage (%)	38	15	27	80	15	4	1	20	53	19	28	100
C2	Time (h-m)	2-12	1-39	1-48	5-39	0-20	0-26	0-13	0-59	2-52	2-05	2-01	6-38
	Percentage (%)	33	25	27	85	5	7	3	15	38	32	30	100

A : Hacadate, B : Hamada, C1 : Nagasaki (Jan.), C8 : Nagasaki (Aug.)

2D : two-dimensional positioning, 3D : three-dimensional positioning

H : high level, M : middle level, L : low level, T : total

發信機의 安定度가 낮고 불량하다고 알려져 왔지만, 그것은 受信不能이 되고 나서, H level의 비율이 감소하였다. 이것은 No.8을 포함하는 測位結果가 반드시 低精度의 것만은 아니었다는 것을 시사한다.

2) 각 測定點에서의 測位時間의 比較

<표 2>에 나타낸 바와 같이 하코다테(이하 A점이라고 함)와 하마다(이하 B점이라고함)의 두점에 있어서는 22분의 차에 지나지 않지만, C8 점에서는 A 점보다 2시간여 적게 되어 있다. 그 원인으로서는 전술한 바와 같이 8월에는 No.8의 위성이 수신되지 않아, 衛星數의 감소에 의한 것이다. <표 3>은 東京에서 하코다테, 하코다테에서 日本海沿岸을 하마다를 경유하여 나가사키까지 항행하는 동안의 각 1일간의 測位時間을 나타낸 것으로, 각 海域과 陸上定點을 종합해 보면, 위도가 높을수록 測位時間이 길게 되는 경향을 나타내고 있다. 이것은 관측 당시는 衛星數가 적어 각 軌道상의 배치가 不均衡(unbalance)을 이루었기 때문이다.

그러나 <표 4>에 나타낸 바와 같이, 2개의 衛星에

<표 3> The usable time of each level on 2D and 3D

Observation area	Data	2D (h-m)	3D (h-m)	Total (h-m)
1	May 24	8-15	0-21	8-36
2	May 30	7-06	1-36	8-43
3	Jun. 3	6-13	1-54	8-07

- 1 : off the coast of Siyozaki
- 2 : off the port of Akita
- 3 : the vicinity of the Iki channel
- 2D : two-dimensional positioning
- 3D : three-dimensional positioning

<표 4> The usable time of each level on 2D (two satellites)

H		2D			
		M	L	T	
A	Time(j-m)	3-57	1-50	0-06	5-53
	Percentage(%)	67	31	2	100
B	Time(j-m)	3-58	1-29	0-11	5-38
	Percentage(%)	71	26	3	100
C8	Time(j-m)	3-39	0-06	0-00	3-45
	Percentage(%)	97	3	0	100

A : Hakodate, B : Hamada, C8 : Nagasaki (Aug.)
 2D : tow-dimensional position
 H : high level, M : middle level, L : low level, T : total

의한 2D의 측정(이하 2D2로 나타냄)이 가능한 高安定發振機를 사용하면, 2D2의 H level 만을 사용한다 해도 測位時間이 약 3시간 30분 정도 연장된다.

2. 測位精度

A 점과 C8 점에 있어서 1일분과 2일분의 測位結果를 비교한 것을 <표 5>에 나타내고 있다. 그 결과 兩測定點 모두 자료 수의 적음에도 불구하고, 東西距(departure)에 10 수 m의 차를 보이는 것 외에는 어느 것이나 다 수 m의 차에 지나지 않는다. 따라서 각 測定點 모두 1일분의 자료에 대해서 基準位置로부터의 變位(이하 D.lat로 나타냄)와 東西距(이하 Dep로 나타냄)의 平均值 및 標準偏差를 구했다.

<표 5> Comparison between the data of one day's measurement and those of two days' measurement in Hakodate and Nagasaki (unit in meter)

Dimen-sion	No. of Data	D.lat		Dep		
		Mean	SD	Mean	SD	
A	1 2D	421	-7.3	35.7	35.0	67.0
	3D	99	-0.9	16.4	44.1	18.6
	Total	520	-6.0	32.9	36.7	60.9
A	2 2D	333	-11.8	39.4	19.6	68.7
	3D	54	0.9	13.9	32.6	22.8
	Total	1,044	-9.7	36.7	21.8	63.5
C8	1 2D	333	12.7	43.6	-4.3	64.1
	3D	54	45.7	16.3	-8.9	39.8
	Total	387	17.3	42.4	-4.9	61.2
C8	2 2D	687	10.4	51.2	-12.7	77.5
	3D	95	51.5	16.5	-10.7	39.4
	Total	782	15.4	50.2	-12.4	74.0

A : Hakodate, C8 : Nagasaki (Aug.)
 1 : one day's measurement, 2 : two day's measurement, SD : standard deviation

D.lat 또는 Dep의 어느 것이 標準偏差의 3배(3σ)이상인 자료는 기각했지만, 각 측정점에 있어서 기각된 자료 수와 그의 비율을 <표 6>에 나타내었다. 測定點 모두 기각 비율은 2~5%이고, 그의 크기는 0.1해리 이상이지만, 2D2를 포함하는 경우는 0.4해리 이상이었다. 또 각 測定點에서 기각된 자료 중 최대치는 1.4해리였다.

<표 6> The number of data and the ratio rejected by over 3σ in four different observation positions

Demension	No. of Data			Percentage (%)	
	Total	Rejected	Used		
A	2D	430	9	421	2
	3D	99	0	99	0
	Total	529	9	520	2
B	2D	401	12	389	3
	3D	106	2	104	2
	Total	507	14	493	3
C1	2D	434	26	408	6
	3D	109	0	109	0
	Total	543	26	517	5
C8	2D	339	6	333	2
	3D	59	5	54	8
	Total	398	11	387	3

A : Hakodate, B : Hamada, c1 : Nagasaki (Jan.)

C8 : Nagasaki (Aug.)

2D : two-dimensional positioning

3D : three-dimensional positioning

1) C1점과 C8점에 있어서의 測位精度

2D와 3D의 각 level의 자료수와 D. lat와 Dep의 平均值 및 標準偏差를 나타내면 <표 7>과 같고 또 測定點을 原點으로 해서 각 level의 平均置와 그 점을 중심으로 하는 1σ의 誤差橢圓을 정리하여 도시하면 <그림 1>과 같다.

<표 7>과 <그림 1>에서 平均位置는 2D의 H level(이하 2H로 나타내고, 그 외의 경우도 같은 방법으로 나타냄)인 경우, C1에서는 ENE 방향으로 약 94 m, C8은 NNE 방향으로 약 31m, 3H에서는 대략 等距離이지만, C1에서는 NE, C8은 NNW로 偏位하고 있다. 2M에서는 兩點 공히 대략 東偏하고 있지만, 거리에 차가 있고, C1의 약 147m에 비해서, C8에서는 약 21m였으며, 3M에서는 2H와 대략 같은 경향을 나타내고 있다. 또 2L에서는 C1이 東偏하고, C8은 반대로 西偏하고 있지만, 3L에서는 같이 北偏하는 경향을 나타내고 있다. C1에서는 3L 이외의 Dep의 쪽이 D. lat보다 크고, C8에서는 2M, 2L을 제외하면, D. lat의 쪽이 크다. 偏位距離는 3H에서는 兩測定點 모두 대략

<표 7> The mean values and standard deviations of D. lat, Dpe and Distance for each level on 2D and 3D (unit in meter)

Dimension	Level	No. of Data	D. lat		Dep		Distance	
			Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
2D	H	197	33.7	55.8	88.0	46.2	94.2	72.4
	M	77	6.4	127.2	146.6	148.2	146.7	195.3
	L	134	79.0	149.3	124.6	181.7	147.5	235.2
	Total	408	43.4	111.9	111.1	128.4	119.3	170.3
C1	H	81	26.7	22.2	43.5	30.3	51.0	37.3
	M	22	55.2	24.0	59.1	51.7	80.9	57.0
	L	6	76.6	51.9	42.1	135.8	87.4	145.4
	Total	109	35.2	28.8	46.6	45.6	58.4	53.9
Total		517	41.7	100.3	97.5	118.9	106.0	155.6
2D	H	132	29.6	21.8	8.8	30.4	30.9	37.4
	M	98	-2.1	49.7	21.1	71.7	21.2	87.2
	L	103	5.2	50.8	-45.3	68.9	45.6	85.6
	Total	333	12.7	43.6	-4.3	64.1	13.4	77.5
C8	H	20	44.7	5.7	-27.1	12.7	52.3	13.9
	M	26	44.0	18.5	2.5	25.5	44.1	31.5
	L	8	53.6	24.9	-0.5	87.7	53.6	91.2
	Total	54	45.7	16.3	-8.9	39.8	46.6	43.0
Total		387	17.3	42.4	-4.9	61.2	18.0	74.5

C1 : Nagasaki (Jan.), C8 : Nagasaki (Aug.)

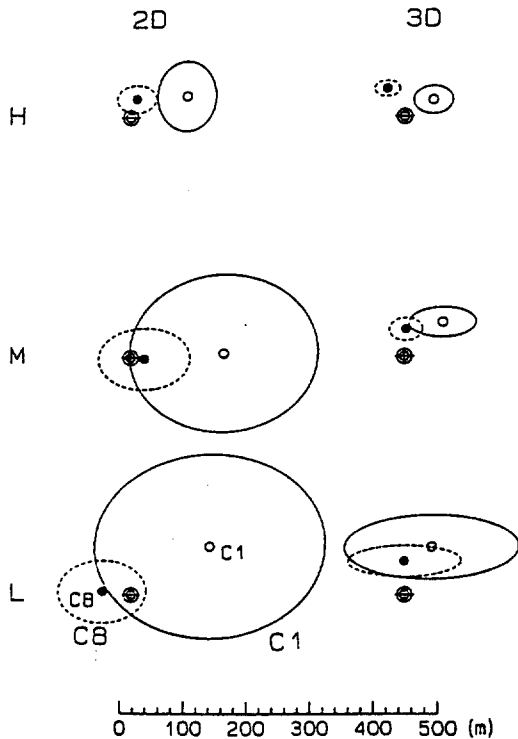
H : high, M : middle, L : low, SD : standard deviation

같지만, 그 이외에서는 모두 다 C1의 쪽이 현저히 크다.

標準偏差에 대하여 C1과 C8을 비교하면, 어느 것이나 C1 쪽이 크며, 대략 2배에 이르고 있다. 또 C1의 2H를 제외하면 양 점 모두 Dep의 標準偏差 D.lat의 그것보다 크고, 전반적으로 東西方向으로의 分散이 현저하다.

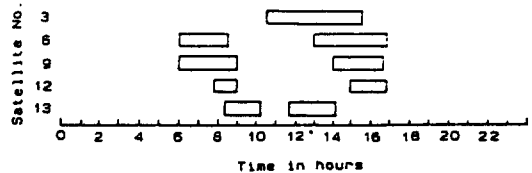
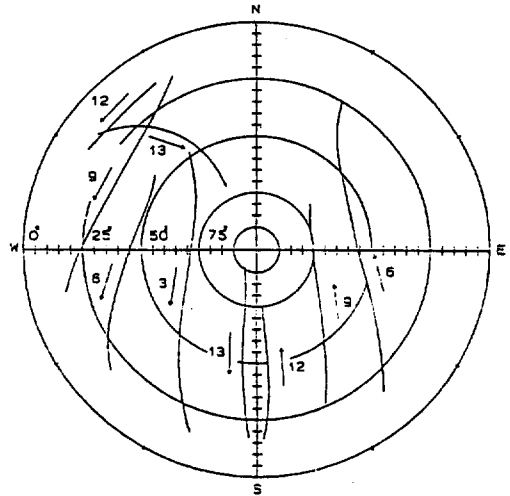
測位誤差(平均偏位+標準偏差)는 C1에서는 3H, 3M 및 2H에서 88~167m의 범위에 있고, 어느 것이나 0.1해리 미만이지만, 그 외는 2L가 최대로 약 383m에 이르고 있다. 그러나 C8의 경우는 3H, 3M 및 2H도 모두 약 70m로, 최대인 3L에서도 약 145m에 지나지 않고, 모두가 0.1해리 미만이었다.

이와 같이 거의 同一測定點에 있어서도 시기에 따라 測位誤差에 큰 변화를 보인 것에 대해서 검토하기 위하여 兩測定點에서 공통일 衛星組합의 각 衛星의 軌道와 測位時間을 조사한 것이 <그림 6> 및 <그림 7>이다.



<그림 1> The mean position and error ellipses (1σ). 2D: two-dimensional positioning, 3D: three-dimensional positioning, H: high level, L: low level, C1: Nagasaki (Jan. 1988), ●: observation position.

양측점 간에서 受信時間帶에 큰 차가 있고, C1에서는 모두 晝間(6시~7시)인 데 비하여, C8에서는 저녁 때와 夜間이다. 그러나, 그 사이의 衛星의 高度와 方位角에는 거의 차이가 없었다. 또 測位에 사용된 衛星의 조합에 대해서, 자료 수가 많은 것에 대한 測位誤差를 구한 것이 <표 8>이다.



<그림 2> The tracks and the usable time of each satellite in Nagasaki (Jan.). Arabic numerals (3, 6, 9, 12, 13) show satellite numbers. Center of the circle is zenith.

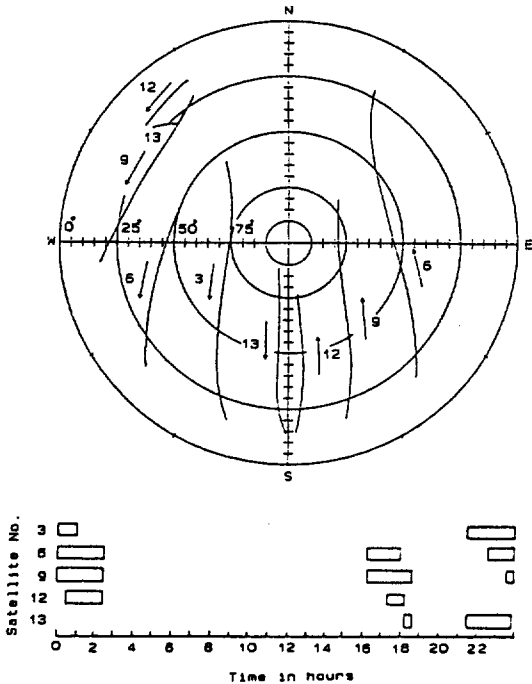
일례로서 2D의 3, 6, 13의 H level, 6, 9, 12의 M, Llevel 및 3D의 3, 6, 9, 12의 각 level에 의한 측정의 대략적인 중간 시간을 취해, 각 衛星의 배치를 나타 낸 것이 <그림 4>부터 <그림 7>이다.

이들의 결과에서 衛星의 같은 조합에 의한 배치에 차는 없고, 결과에서 衛星의 같은 조합에 의한 배치에 차는 없고, 測位結果에 영향을 미치는 원인으로서 고려되는 것은, 측정 시간이 晝間이나 夜間이나 하는 것 뿐이다. 따라서 C1의 측정에서는 주간이기 때문에 電離層의 電子密度가 높고, 電波의 傳播經路上의 夜間이나 하는 것 뿐이다. 따라서 C1의 측정에서는 주간이기

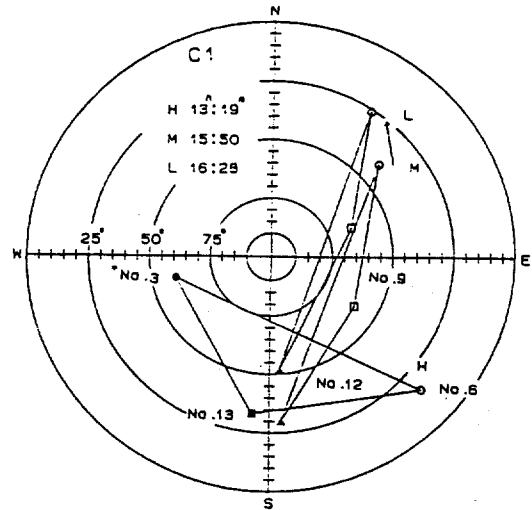
< 表 8 > The mean values and standard deviations on D. lat, Dep and Distance by combinations of satellites for each level on 2D and 3D (unit in meter)

Dimension	Level	Combination Satellite No.	Data	D. lat		Dep		Distance	
				Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
C1	2D	High 3 · 6 · 13	88	59.2	56.8	59.1	33.1	83.7	65.7
		3 · 6 · 9	28	53.1	36.0	98.2	45.7	111.6	58.2
		Middle 6 · 9 · 12	26	37.6	58.6	161.9	146.9	166.2	158.2
	Low	3 · 11 · 13	12	-51.5	41.4	-94.3	72.8	107.4	88.3
		6 · 9 · 12	48	34.9	53.2	124.5	155.7	129.3	164.5
		3 · 11 · 13	29	-72.7	63.0	-99.0	113.8	122.8	130.1
3D	High 3 · 6 · 9 · 12	9	43.6	18.8	62.0	35.5	75.8	40.2	
	Middle 3 · 6 · 9 · 12	22	55.2	24.0	59.1	51.7	80.9	57.0	
	Low 3 · 6 · 9 · 12	6	76.6	51.9	42.1	135.8	87.4	145.4	
C8	2D	High 3 · 6 · 13	59	15.9	9.6	-12.2	12.0	20.0	15.4
		3 · 6 · 9	38	57.0	8.6	0.2	5.9	57.0	10.4
		Middle 6 · 9 · 12	30	58.0	12.7	-15.1	40.6	59.9	42.5
	Low	3 · 11 · 13	11	-38.3	9.2	-113.9	20.1	120.2	22.1
		6 · 9 · 12	50	48.2	20.1	-5.3	48.9	48.5	52.9
		3 · 11 · 13	41	-50.1	22.7	-110.1	34.6	121.0	41.4
3D	High 3 · 6 · 9 · 12	7	47.8	2.0	-15.7	5.9	50.3	6.2	
	Middle 3 · 6 · 9 · 12	21	51.3	6.3	0.4	28.1	51.3	28.8	
	Low 3 · 6 · 9 · 12	4	62.0	34.1	-4.2	133.8	62.1	138.1	

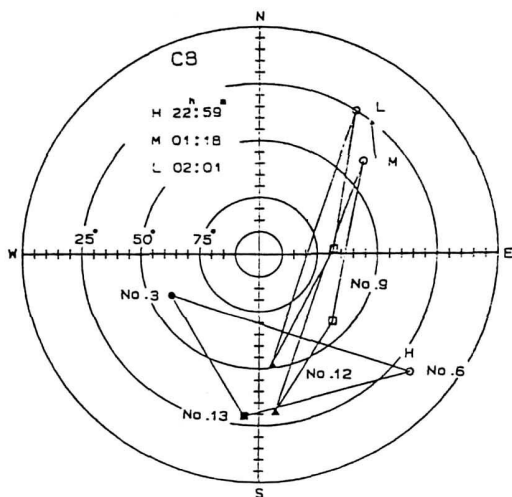
C1 : Nagasaki (Jan.), C8 : Nagasaki (Aug.), SD : standard deviation



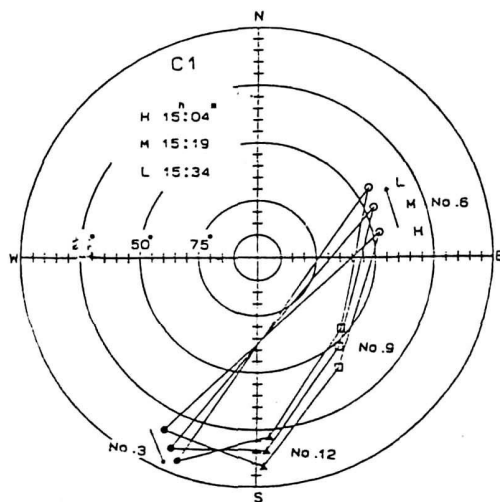
< 그림 3 > The tracks and the usable time of each satellite in Nagasaki (Aug.). Arabic numerals (3, 6, 9, 12, 13) show satellite numbers. Center of the circle is zenith



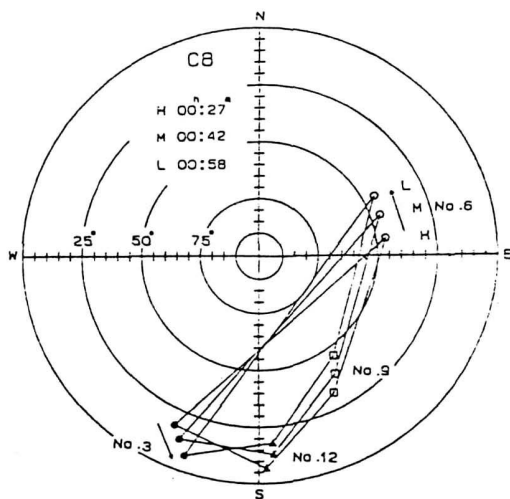
< 그림 4 > The arrangement of combinations of satellites for each level on 2D. C1 : Nagasaki (Jan. 1988), H : high level, M : middle level, L : low level. Each number shows satellite number. Center of the circle is zenith.



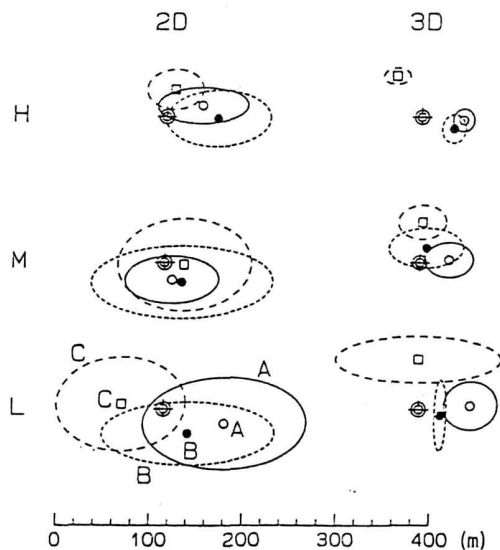
<그림 5> The arrangement of combinations of satellites for each level on 2D.
C8: Nagasaki (Aug. 1988), H: high level, M: middle level, L: low level. Each number shows satellite number. Center of the circle is zenith.



<그림 6> The arrangement of combinations of satellites for each level on 3D.
C1: Nagasaki (Jan. 1988), H: high level, M: middle level, L: low level. Each number shows satellite number.



<그림 7> The arrangement of combinations of satellites for each level on 3D.
C8: Nahasaki (Aug. 1988), H: high level, M: middle level, L: low level. Each number shows satellite number.



<그림 8> The mean position and error ellipses (1σ).
2D: two-dimensional positioning
3D: three-dimensional positioning
H: high level, M: middle level, L: low level
A: Hakodate, B: Hamad, C: Nagasaki, ⊙: observation position

때문에 電離層의 電磁密度가 높고, 電波의 傳播經路上의 굴절이 크게 되는 것이 주된 원인으로 여겨진다. 그러나 이 점에 대해서는 周年에 걸친 定點測定을 행하여 확인할 필요가 있다.

2) 三定點에 있어서 測位精度의 比較

前項과 같이 2D와 3D의 각 level 자료와 D. lat와 Dep의 平均值 및 標準偏差를 <그림 9>에 나타냈다.

또 각 測定點을 原點으로 하여 각 level의 平均位置와 그의 原點을 중심으로 하는 1σ의 誤差橢圓을 정리해서 도시하면 <그림 8>과 같다.

한편, 나가사키에서는 2회의 측정을 행했지만, 측정 시기가 A, B 양점에 가까운 8월의 측정을 C점의 결과로 했다.

각 測定點의 次元別, level 별의 平均偏位와 標準偏差를 이용하여 그 測位精度를 比較하면 다음과 같다.

(1) A, B양 점에서는 平均位置가 ENE-SE로 약 30~50m 편위하고, C점에서는 3D의 경우에는 다른 점보다 자료 수가 적고, NNW~NNE 방향으로 거의 같게 편위하는 경향을 보인다. 이것은 6월 초순부터 No. 8의 衛星을 수신할 수 없게 된 때문이라 생각된다.

(2) 각 測定點 모두 각 level로 比較하면, Dep의 標準偏差는 2D 쪽이 3D의 2배 또는 그 이상이지만, D. lat의 標準偏差는 50m 이하이고, 남북 방향의 分散은 작다.

(3) 전반적으로 Dep의 標準偏差 쪽이 D. lat의 그것보다도 크고, 동서 방향으로 分散, 誤差橢圓은 橫長의

<표 9> The mean values and standard deviations of D. lat, Dep and Distance for each level on 2D and 3D (unit in meter)

Dimension	Level	No. of Data	D. lat		Dep		distance		
			Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	
A	2D	H	143	12.0	19.6	38.6	48.5	40.4	52.3
		M	156	-18.3	25.3	7.8	50.5	19.9	56.5
		L	122	-15.7	49.8	65.5	87.5	67.5	100.7
		Total	421	-7.3	35.7	35.0	67.0	35.8	75.9
	3D	H	68	-3.0	12.4	44.5	11.2	44.6	16.7
		M	16	3.3	19.0	31.5	25.7	31.7	32.0
		L	15	4.2	26.2	55.4	28.3	55.5	38.6
		Total	99	-0.9	16.4	44.1	18.6	44.1	24.8
	Total		520	-6.0	32.9	36.7	60.9	37.2	69.2
	B	2D	H	156	-2.0	30.4	55.2	55.5	55.2
M			58	-20.9	38.9	18.4	96.7	27.8	104.2
L			175	-26.7	34.1	26.0	92.4	37.3	98.5
Total			389	-15.9	35.3	36.6	81.7	39.9	89.0
3D		H	66	-12.3	15.5	34.3	12.6	36.4	20.0
		M	34	16.1	21.5	7.1	39.6	17.6	45.1
		L	4	-6.6	38.7	23.5	6.6	24.4	39.3
		Total	104	-2.8	22.8	25.0	27.7	25.2	35.9
Total			493	-13.2	33.5	34.1	73.8	36.6	81.0
C		2D	H	132	29.6	21.8	8.8	30.4	30.9
	M		98	-2.1	49.7	21.1	71.7	21.2	87.2
	L		103	5.2	50.8	-45.3	68.9	45.6	85.6
	Total		333	12.7	43.6	-4.3	64.1	13.4	77.5
	3D	H	20	44.7	5.7	-27.1	12.7	52.3	13.9
		M	26	44.0	18.5	2.5	25.5	44.1	31.5
		L	8	53.6	24.9	-0.5	87.7	53.6	91.2
		Total	54	45.7	43.6	-4.3	64.1	13.4	77.5
	Total		387	17.3	42.4	-4.9	61.2	18.0	74.5

A : Hakodate, B : Hamada, C : Nagasaki
 H : high, M : middle, L : low, SD : standard deviation

形狀을 나타내고 있다. 가장 큰 B점의 2D의 경우에도 Dep의 標準偏差는 100m 이하이다. 어느 경우든 標準偏差는 長半徑이 0.1해리 이하의 타원으로 한다.

(4) 3D의 測位精度에는 분명한 지역차는 확인되지 않았지만, 2D에서는 測定點에 의해 2M 및 2L의 자료수에 현저한 차가 있었다. 이것은 地理位置의 변화에 위해 같은 조합에서도 근소하지만 高度(仰角)와 方位角에 차가 있어, PDOP가 변화하는 것에 따른 것이라고 보인다.

이제까지 대양 항행 중인 선박이 각종 航法 시스템의 평가를 행하는 경우, 그의 基準位置로 되는 것이 없이, 天文測計算에 의한 위치와의 相對評價, 혹은 각 시스템 간에서의 相對評價를 하는 것에 지나지 않았다. 그러나 본 시스템의 3H, 3M, 2H에 의한 측정 위치마다 陸上測定點에서 얻어진 定誤差를 補正할 수 있으면, 이것을 基準位置로 하여 陸上測定點에서 測位精度를 평가하는 경우와 동등한 평가가 가능하다.

그러나 <표 6>에 나타내고 있는 바와 같이 2~5% 이기는 하지만, 오차가 3σ 이상이 되는 경우도 있다는 것에 충분히 유의하지 않으면 안된다.

IV. 要 約

1988년 1월과 8월에 나가사키, 하코다테 및 하마다(Hamada)에서 GPS 수신기로써 선위를 측정하여 그 測位精度를 분석한 결과, 1일의 測位時間은 하코다테에서는 8시간 50분, 하마다에서는 8시간 30분, 그리고 나가사키에서는 1월이 약 9시간, 8월이 약 6시간 30분으로, 8월에는 1월보다 약 2시간 반 감소하고 있다. 이것은 수신된 衛星數는 6월까지는 7개였지만, 나가사키에서의 8월의 측정에서는 No. 8의 衛星信號를 수신할 수 없게 되어 衛星數가 6개로 줄었기 때문이다.

각 測定點에서 다소의 차가 생긴 것은, 전체의 衛星數가 적다는 것과, 軌道上의 배치의 관계로서, 測定點의 緯도와 測定時期에 의해 측정 가능한 시간이 변화하고, 더우기 測定點의 地形에 따른 영향을 받기 때문이라고 여겨진다. 이번에 시험적으로 高安定發振機를 장착하여 두 衛星에 의한 2차원의 위치를 측정했는데, H level에서는 2L와 거의 같은 정도였으므로 이것을 이용하면 측위 시간은 약 3시간 반 정도 길게 된다. 나가사키에 있어서 1월과 8월의 측정 결과는 3H 이외의 각 level에서는 어느 것이나 1월의 측정에서 測位誤차가

크고, 測定時刻의 상이에 따른 電離層의 電磁密度의 상이 영향이 미치는 것으로 여겨진다.

3D에서는 각 측정 모두 거의 같은 정도의 오차로, 현저한 地域差는 확인되지 않았다. 2D에서는 각 level 모두 測位誤差는 0.1해리 이하이지만, 그의 크기 및 자료 수에는 큰 변동을 보였다. 衛星의 궤도 주기가 약 11시간 58분이고 측위 가능한 時間帶가 1년간의 주기로 변화하기 때문에, 거기에 따른 測位精度도 변동하는 것으로 여겨진다. 따라서, 금후의 과제로서 동일한 시기에 數個所의 測點에 일정한 간격을 두고 측정을 행하여 시기에 따른 精度의 변화 및 PDOP 값과 衛星의 配置에 의한 測位誤差의 경향 등을 확인하는 것이 필요할 것이다.

문 헌

- 1) 中根重勝: 水中物體追跡裝置の開發に關する研究, 長崎大學水產學部研究報告 第58號, 1984.
- 2) 木村小一: 衛星航法システム現狀と將來, 日本航海學會誌 航法 89號, 1985.
- 3) 木村小一: GPSの民間航空への應用とその問題點, 日本航海學會誌 航法 89號, 1986.
- 4) 關根北五: GPSの概要と受信機について, 日本航海學會誌 航海 90號, 1986.
- 5) 山田耕司 他5名: GPS 航法裝置, 日本無線技報 No. 24, 1986.
- 6) 木村小一: 船舶電磁航法ノート(Note), 船の科學 5月號, 1986.
- 7) 木村小一: 船舶電磁航法ノート, 船の科學 7月號, 1986.
- 8) 隅川芳雄 他4名: GPS航法裝置の定點における測位精度について, 日本航海學會誌 航海 90號.
- 9) 合田政次 他2名: GPSの測位精度-I, 陸上定點における測定, 長崎大學水產學部研究報告 第62號, 1987.
- 10) 合田政次 他2名: GPSの測位精度-II, 二定點における同時測定, 長崎大學水產學部研究報告 第63號, 1988.
- 11) 木村小一: 船舶電磁航法ノート, 船の科學 7月號, 1988.

A Study on Accuracy of Position Fixes Obtained by GPS at Three Fixed Stations

Eul-Je CHO

(Joomoonjin Fisheries High School)

The United States has been developing a GPS(Global Positioning System), and now we can make use of it everywhere in the world. The author measured the usable time and took position fixes from three fixed stations in Japan in order to evaluate the positioning accuracy of GPS, firstly by the difference in the time of the year and, secondly by the difference in location between the stations in 1988. I was able to receive positioning signals from only 6 or 7 satellites, but in July 1991, 14 GPS satellites became available.

The results obtained are summarized as follows:

- 1) The usable time was 7~9 hours from only 6~7 satellites.
- 2) In the case of the former, the time zone of position fixes varied with the time of the year and there were a little differences of the accuracy of position fixes except 3H(three dimensional high level positioning). In the case of the latter, there were not obvious locality differences in 3D(three dimensional positioning). But the positioning errors and number of data varied on each level in 2D(two dimensional positioning), although the positioning errors were smaller than 0.1 nautical mile.
- 3) Th standard deviations of Dep(departure) were larger than that of D.lat(difference of latitude), and varied widely to the east and west. But the standard deviations were smaller than 100 meters.