DAT(R-DAT) System의 규격

편집자 주 : 본고는 '91. 3. 8일 한금음향기기 연구조합에서 오디오 첨단기술세미나를 개최했는데 금성사 오디오사업부가 발표한 DAT 기술 중 일부를 발췌한 것임을 밝힌다.

1. DAT란

음의 파형을 "1"과 "0"의 2진수로 고쳐서(Digital화) 녹음 Tape에 기록, 재생하는 System이 DAT이다.

여기에서 취급하는 DAT는 1987년 3월에 상품화된 회전헤드방식의 DAT(R-DAT:Rotary Head Digital Audio Taperecorder)이다. 이것을 기능면에서 보면 음향 Stereo신호를 Digital화 하여 종, 횡 73×54㎜² 두께 10.5㎜ 크기의 카셋트에 연속 2시간 녹음, 재생하도록 되어있으며 3.81㎜폭의 Metal Tape가 약 60m 감겨져 있고 한쪽면만 녹음한다.

또 직경 30φ의 Drum에 취부된 2개의 헤드가 매분 2,000 회전하면서 Tape에 신호를 기록한다. Tape와 Head는 3,133m/s의 상대속도로 신호를 받아 들인다.

DAT System의 특징을 요약하면

- 신호의 열화가 대단히 적고, 녹음재생을 몇회 반복하여도 열화하지 않는다. CD 이상의 음질로 기록할 수 있다.
- 소형 경량화가 가능하다.
  카셋트는 Compact 카셋트의 약 60%의 크기로 2시간 연속기록할 수 있다.
- After Recording, 고속 Search, 선곡, 편집이 용이하다.
- Data나 Graphic 등 음 이외의 신호도 기록할 수 있다.

2. DAT에 채용된 6개의 Mode

DAT에는 표1에 나타낸 바와같이 6개의 Mode가 준비되어 있다.

CD는 표본화 주파수가 44.1KHz의 재생만 되지만, DAT의 경우 Fs는 32KHz, 44.1KHz, 48KHz의 재생과 48KHz, 32KHz의 기록이 있다.

〈기록, 재생 Mode에 대하여〉

R-DAT의 Format에는 표1과 같이 많은 기록, 재생 Mode가 결정되어 있다. 그러나 필히 갖추어야할 의무가 있는 Mode는 Fs=48KHz의 표준기록재생 Mode와 Fs=44.1KHz의 2개인 재생 전용 Mode에 덧붙여 Option 1의 Fs=32KHz의 16Bit직선의 기록 재생 Mode가 준비되어 있다. 32KHz의 3종류의 Mode는 Option으로 이것의 Mode에 대응하고 있는 기종은 없다.

- 표준 Mode(48KHz Mode)
  이 Mode는 Fs=48KHz로 16Bit 직선양자화의 기록, 재생할 수 있는 Mode이다. 이 Mode에서는 Digital 입력, Line 입력에서의 기록과 재생할 수 있도록 되어있다. 이 Mode에서는 재생계만을 보면 CD와 비교하여 의율, 다이나믹레인지 등의 Data는 동등한 값이 얻어진다. 주파수 특성에 대하여는 Sampling 주파수가 CD에 비하여 높기 때문

〈표-1〉

Mode명	Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4	Mode 5	Mode 6
특 징	R-DAT의 표준Mode	Option Mode			2시간(13㎛) 또는 3시간(10㎛)의 연주를 수납가능	Wide. Track 채용. Contact Print대응으로 양산이 쉽다.
		위성방송 A-Mode 대응	장시간 Mode(표준의 2배)	4Channel Mode		
Sampling주파수	48KHz	32KHz			44.1KHz	
재생주파수 상한	22KHz	45KHz			20KHz	
양자화 Bit수	16Bit직선	16Bit직선	12Bit비직선(13절선)		16Bit직선	
Channel 수	2Channel	2Channel	2Ch	4Ch	2Ch	
전송속도	2.46Mb/sec	2.46Mb/sec	1.23Mb/sec	2.46Mb/sec	2.46M Bit/sec	
Sub-Code 용량	273.1 Kbit/sec	273.1 Kbit/sec	136.5 Kbit/sec	274.1 Kbit/sec	273.1Kbit/sec	
기록시간과 Tape 두께	2시간/13㎛ 3시간/10㎛	3시간/13㎛ 3시간/10㎛	4시간/13㎛ 6시간/13㎛	2시간/13㎛ 3시간/13㎛	2시간/13㎛ 3시간/10㎛	80분/13㎛ 120분/10㎛
Tape 종류	Metal	Metal			Metal	산화물
Tape 속도	8.15㎜/sec	8.15㎜/sec	4.07㎜/sec	8.15㎜/sec	8.15㎜/sec	12.225㎜/sec
Track 폭	13.59㎛	13.591㎛			13.591㎛	20.41㎛
Track 간격	13.591㎛	13.591㎛			13.591㎛	20.41㎛
Track 각도	6 22′59.5″	6 22′59.5″			6 22′29.4″	6 23′29.4″
Head 회전수	매분2000회	매분2000회	매분1000회	매분2000회	매분2000회	
상대 속도	3.133m/sec	3.13m/sec	1.56m/sec	3.13m/sec	3.113m/sec	3.129m/sec
선 기록 밀도	61Kbit/inch	61Kbit/inch			61Kbit/inch	61.1Kbit/inch
면 기록 밀도	114Mbit/inch²	114Mbit/inch²			114Mbit/inch²	76Mbit/inch²
비 고	표준기록 모드, 위성 BS-2 B-Mode	PCM방송기록용 BS-2의 A Mode (TV음성)	장시간기록용 서독음성 방송 대응 (TV음성)	4 CH용	Music Tape 전용 Mode 재생 Only	Music Tape 전용 Contact Print에 적합 재생 Only

에 f=2~22,000Hz±0.5dB로 고역이 2KHz 정도 좋다.

- Option 1(Mode 2), 32KHz 16Bit Mode
  Fs=32KHz, 16Bit 직선양자화의 기록, 재생 Mode이다. 기록은 Digital입력만으로 대응하여 있다. 그 이유는 Analog 입력에는 표준 Mode가 대응하고 있기 때문에 Fs=32KHz로 기록하는 Merit가 없기 때문이다. 그러나 Digital 입력의 경우 입력된 Fs와 똑같은 Fs가 아니면 기록할 수 없다. 또 Digital 입력의 신호는 전부 직선양자화된 신호로서 음질열화가 없는 기록을 행하기 위해서는 Option 1의 32KHz 16Bit Mode가 필요하다.
- 44.1KHz 재생전용 Normal Track Pitch Mode(Mode 5)
  Fs=44.1KHz의 재생만의 Mode로 soft Tape 용으로 준비된 것이다. 이것은 CD Soft의 보호를 위해 Fs=44.1KHz로서의 기록은 불가능하게 되어 있다.
- 44.1KHz 재생전용 Wide Track Pitch Mode(Mode 6)
  이것도 Fs=44.1KHz의 재생전용 Mode이지만 Track Pitch가 Normal의 1.5배로 20.41㎛로 되어 있다. 이것도 Contact Print로 작성된 Soft Tape용의 것이다.
  Track Pitch가 1.5배인 것을 Sub Code의 정보 및 카셋트의 식별 Hole로서 검지하여 자동적으로 Capstan Speed를 1.5배로 하여 재생한다.
- Option 2(Mode 3), Option 3(Mode 4)

Option 2는 Fs=32KHz, 12Bit 비직선양자화, Tape Speed 1/2이다. 비직선양자화는 신호의 레벨이 클때는 양자화의 단계를 생기게 하고 레벨이 작을때는 조밀하게 양자화하는 방법이다. 인간의 귀는 작은음에서 큰음까지 들을 수가 있지만 큰음이 있으면 작은음은 마스크되어 듣기가 어렵다. 이와 똑같은 이유에서 레벨이 클때에는 양자화의 단계를 생기게 하여도 그것에 의하여 발생하는 잡음을 귀로 듣기가 어렵다. 이와같은 비직선양자화를 행하면 양자화에 필요한 단계의 수는 대폭 감할 수가 있다. 그대신에 신호진폭에 따라 양자화 오차는 크게되고 음악신호상에 큰진폭의 음과 극히 미세한 음이 동시에 들어온 경우 극히 미세한 음은 빠지게 된다. 그러나 이 Mode에서는 48KHz, 16Bit에 비해 Data 양이 반분되어 있기 때문에 표준 Mode의 2배의 장시간 녹음이 가능하다.
Option 3도 똑같이 Fs=32KHz, 12Bit의 비직선양자화로 이것도 표준 Mode의 반분의 Data양으로 되어있고 4CH 기록이 가능하도록 되어 있다.

3. DAT의 Tape Format

그림에 DAT의 Tape Format를 나타낸다.

우선 기본이 되는 Tape폭에 대해서는 3.81 $^{+0}_{-0.02}$㎜로 되어 있다.

이것은 Compact Cassette와 똑같은 Tape 폭이지만 정밀한 Tape 주행이 요구되는 DAT에서는 폭의 공차규격이 Compact Cassette의 1/2이하로 엄격히 되어 있다.

다음에 유효기록폭에 대하여서는 실제로 호전 Head가 신호를 기록하고 있는 폭으로 약 2.61㎜이고, 양단의 0.5㎜씩은 사용되지 않고 Optional Track으로서 남아 있다.

회전헤드방식의 경우 일반적으로 Tape의 양단은 사용하지 않는다. 그것은 Tape 가장자리

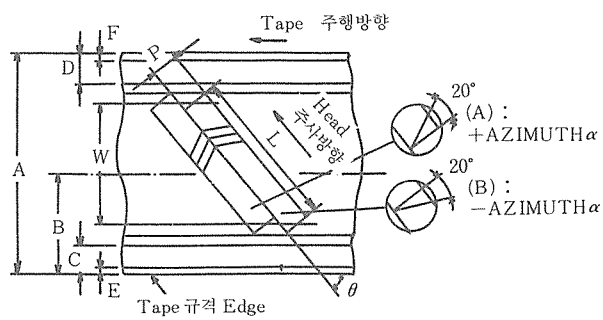

그림 4-1. DAT의 Tape Format

		48k Mode 44k Mode 32k Mode 32k-LP Mode 32k-4 CH Mode	44k-WT Mode
A	Tape폭(mm)	3.81(+0, -0.02)	
W	유효기록폭(mm)	2.613	
L	Track 장(mm)	23.501	23.471
P	Track Pitch(㎛)	13.591	20.41
B	Track Center(mm)	1.905	
C	Optional Track Ⅰ(mm)	0.5	
D	〃 Ⅱ(mm)	0.5	
E	Optional Edge Guard Ⅰ(mm)	0.1	
F	〃 Ⅱ(mm)	0.1	
θ	Track각(도)	6°22′59.5	6°23′29.4″
α	Head Gap Azimuth각(도)	±20(±15)	

비고 φ30 Drum에서는 Wrap 각 90.0°, 각 6°22′로 된다.

로 되면 Tape와 Head의 접촉조건이 변하여 안정한 Tape와 Head의 접촉이 어렵기 때문이다.

또 Tape Edge는 가장 빨리 상처가 나기쉽고 Data Error도 많이 발생한다. DAT Format은 이런점을 고려하여 충분히 여유가 있는 Format으로 되어 있다. 가장 중요한 Track 각도는 6°22′59.5″이고 이것은 44.1KHz Wide Track Mode이외 전부공통이다.

44.1K-WT Mode에서는 Tape Speed가 1.5배로 되어 있기 때문에 약간이지만 Track각도가 다르다.

이런 칫수는 전부 Tape 하측의 Edge가 기준으로 되어 있다. DAT는 Digital 기록을 행하는 것으로 시간축의 압축, 신장을 자유자재로 할 수 있으며, 이 Tape Pattern을 지키려면 Drum경 등은 자유자재로 설정할 수 있다.

4. R-DAT의 Track Format

(1) Area 분활형 Track Format

DAT에서 한개의 Track 위에 여러가지 신호가 장소를 분할하여 쓰여져 있다.

표 2에 표시한 것 같이 각 Area는 세분화 되어 있다.

DAT Format의 특징 중의 하나는 Audio Data를 기록하는 Main Area, 두출용의 신호 등을 기록하는 Sub Area, Tracking을 위한 ATF 신호를 기록하는 ATF Area를 전부 독립시키고 있는 것이다.

기술적으로는 이런 신호를 Mix하여 기록하는 것도 가능하지만 이와같이 독립배치하면 편집을 자유롭게 할 수 있는 Merit가 있다.

그림를 보면 DAT의 경우는 각 Area가 독립하여 있기 때문에 예를들면 Sub Area의 두출신호를 고쳐쓸 경우, Head를 기록상태, 재생상태 각각 Area로 전환하는 것이 따라 간단히 실연할 수 있다.

만약 Area가 독립하여 있지 않다면 부분적

TRACK상 신호배치

〈표-2〉

	Area 명	내 용	신 호	각도(도)*1	Block수	시간(μs)
1	MARGIN	MARGIN-1	1/2fch	5.051	11	420.9
2	SUB-1	Preamble 1	1/2fch	0.918	2	76.5
3		SUB DATA 1		3.673	8	306.1
4		Post Amble 1	1/2fch	0.459	1	38.3
5	ATF-1	IBG 1	1/6fch	1.378	3	114.8
6		ATF 1		2.296	5	191.3
7		IBG 2	1/6fch	1.378	3	114.8
8	MAIN	Pre Amble 2	1/2fch	0.918	2	76.5
9		MAIN DATA		58.776	128	4898.0
10	ATF-2	IBG 3	1/6fch	1.378	3	114.8
11		ATF 2		2.296	5	191.3
12		IBG 4	1/6fch	1.378	3	114.8
13	SUB-2	Pre Amble 3	1/2fch	0.918	2	76.5
14		SUB DATA		3.673	8	306.1
15		Post Amble 2	1/2fch	0.459	1	38.3
16	MARGIN	MARGIN 2	1/2fch	5.051	11	420.9
	계			90	196	7500

*1 각수치 φ30-90° Wrap, Drum 2000rpm시 *2 IBG : Inter Block Gap

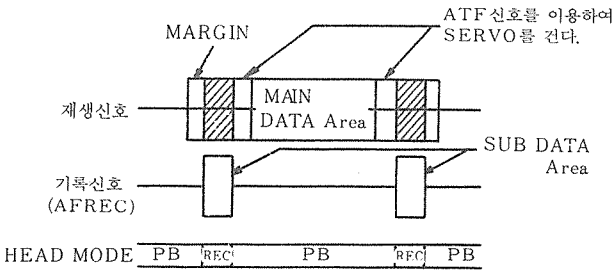

그림 4-2. Area분할형 Format에 따른 After REC의 모양

으로 고쳐 쓴다는것은 대단히 곤란하다.

(2) 각 Area의 역할

표-2에 따라서 각 Area의 역할을 설명한다. (30φ Drum의 경우)

(a) Margin Area

양단에 약 5°씩 있다. Tape와 Head의 안정한 접촉을 얻을 때까지의 예비적 Area

(b) Sub Area 1 및 2

DAT Unique한 기능의 하나로 Sub Code 신호(시간 및 번지 등 다양한 신호가 있다)를 기록하는 Area이다.

Preamble은 Data 신호앞에, Post Amble은 Data신호후 부가되어 그림 4.3에 나타낸 것 같이 PLL인 입과 After Rec한 경우에 앞에 쓰여진 Data를 완전히 소거하는 역할을 가진다. Area는 전체로 5°씩, 신호는 3.7°기록되어 있다.

2개소에 나누어져 있는 것은 Burst Error에 대응하기 위한 것이고 고속 Search시 Data를 읽어내는데 유리하기 때문이다.

(c) ATF Area 1 및 2

여기에서 후에 설명하는 ATF(Automatic Track Following) 신호가 기록되어 있다. ATF신호부의 전후에는 After Rec를 할때 위치가 조금 벗어나도 ATF 신호를 소거하지 않도록 또 After Rec시 Head의 기록과 재생 Mode의 절환시간을 커버하기 위해 IBG(Inter Block Gap)이 준비되어 있다.

(d) Main Area

약 60°이고 Main의 Audio Data를 기록하는 Area이다. Audio Data와 Error정정용의 Parity, 그리고 Audio Data에 부수한 일부의 SUB Code도 여기에 기록된다.

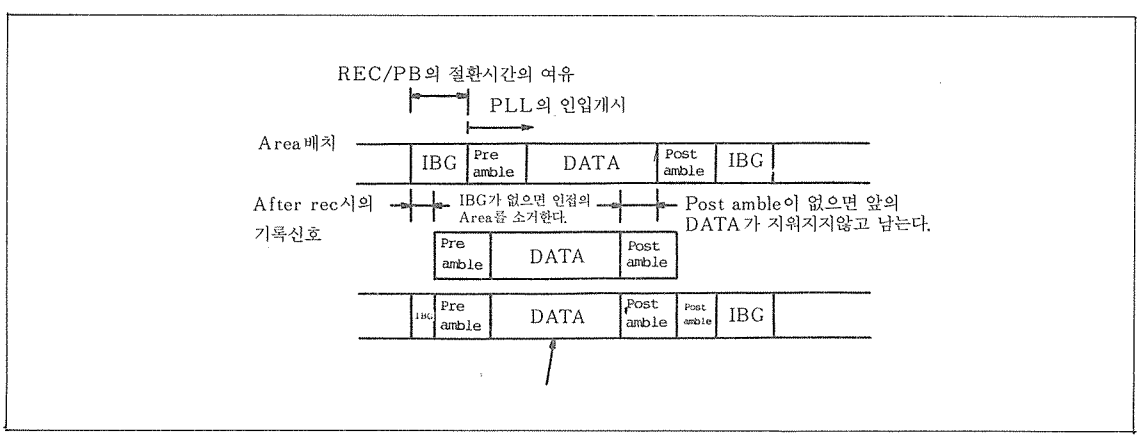

그림 4-3. Pre Amble, Post Amble의 역할