

〈論 文〉

VHS 방식 VTR 주행계 요소의 기하학적 배치 변동에 따른 주행경로의 오차민감도 해석

최진호* · 최동훈**

(1992년 11월 24일 접수)

An Error Sensitivity Analysis of Tape Traveling Path due to Geometric Variations of Tape Transport Elements of VHS VTR

Jin-Ho Choi and Dong-Hoon Choi

Key Words : VHS VTR(VHS 방식 VTR), Tape Transport Elements(주행계 요소), Standard Design Values(설계기준치), Error Sensitivity Analysis(오차 민감도 해석)

Abstract

In order to evaluate the relative significance of tolerance management of various elements in a VHS VTR tape transport system, the effect of geometric variations of the elements from standard design values on the tape traveling path is studied. The tape is modeled as a string and each element in the tape transport system is modeled as a cylinder whose radius, position vector and orientation vector are specified. An numerical algorithm is proposed to find the coordinates of tape entry points and tape exit points for the elements from which the tape traveling path can be completely described. By using the suggested algorithm, an error sensitivity analysis of tape traveling path due to the geometric variations of tape transport elements is performed for a particular model in the market and the elements demanding relatively strict tolerance management are identified.

1. 서 론

테이프주행 자기기록장치의 테이프 주행특성은 필요한 데이터의 기록과 재생의 상태를 결정적으로 지배하게 되므로 안정된 주행특성은 VTR 성능 평가에 큰 요인으로 작용한다. 따라서 테이프 주행특성의 파악은 양질의 테이프 주행 자기기록장치를 설계하고 이를 양산화 하는데 있어서 중요한 사항이 된다. 이러한 테이프 주행특성은 테이프가 주행함으로써 발생하는 특성이며 테이프가 어떠한 형태

의 경로를 거쳐서 주행하는 가에 크게 의존한다.

VHS 방식 VTR 테이프 주행계는 기본적으로 공급릴, 입구축 안내요소들, 입구축 경사포스트, 드럼, 출구축 경사포스트, 출구축 안내요소들, 캡스텐(capstan) 및 테이크업릴(take-up reel)로 구성된다. 이와 같이 구성된 주행계에서 테이프가 안정주행상태를 유지하기 위해서는 주행계 요소 구간에서 테이프가 꼬이지 않아야 하며(꼬이지 않는 조건), 카세트의 출입구에서 테이프의 높이가 같아야 하며(높이조건), 동시에 카세트의 출입구에서 각 경사포스트(slant post)까지의 테이프 주행 경로가 기준면에 대하여 평행이 되어야 한다(평행조건). 이러한 테이프의 안정주행상태를 만족하기

*한양대학교 기계설계학과 대학원

**정회원, 한양대학교 기계설계학과

위한 각 주행계 요소의 위치 및 경사각을 각 주행계 요소가 안정주행을 하기 위한 설계기준치라 하며 이 설계기준치를 결정하는 방식에는 드럼(drum) 기준방식이 있다.⁽¹⁾ 이 드럼 기준방식에 의한 설계기준치는 정적인 상태의 값이다. 그러나 실제 주행계는 고속으로 회전하는 드럼과 입구측과 출구측에서 서로 다른 장력을 받으며 드럼에 비해 상대적으로 저속으로 주행하며, 주행요소와 접촉을 유지하는 테이프를 이루어진 동적인 상태의 복잡한 기구이다. 따라서 실제 설계치는 이와 같이 복잡한 동특성을 고려하여 설정되어야 하나, 이와 같은 동특성을 고려한 주행경로 해석은 상당히 어려운 문제이며 실제로 이에 대한 연구도 아직 미미한 상태이므로, 실제 설계에서는 정적인 상태의 설계기준치를 바탕으로 실험을 통한 조정(tuning)을 통하여 동특성을 고려한 적절한 기하학적 배치에 관한 설계치를 설정한다.

이와 같이 결정된 테이프 주행계의 여러가지 요소의 설계치에 따른 기하학적 배치의 실현은 주행계의 안정성 및 필요한 데이터의 기록과 최상의 재생능력을 유지하기 위하여 필수적으로 요구된다. 그러나 실제 현장에서 주행계 요소의 기하학적 배치를 설계치대로 정확하게 제작, 조립하는 것은 불가능하므로 효과적인 설계공차를 결정하여야 하며 이를 위하여 각 주행계 요소의 위치 및 경사 정밀도의 오차가 테이프 주행경로에 어떠한 영향을 미칠 것인가를 평가하는 주행계요소의 기하학적 배치 변동에 따른 오차민감도 해석을 할 필요가 있다.

이러한 평가 방법으로 시점-종점 방식에 의한 주행경로 해석법⁽²⁾이 있는데, 이는 주행계 요소가 n 개 있을 때 첫번째 요소에서의 테이프 입사점과 n 번째 요소에서의 테이프 출사점을 주고 도중의 주행경로를 계산하는 방법으로, 주행계 요소들의 위치 및 경사각의 오차가 주행경로에 미치는 영향을 평가하는데 있어서 매우 유용하다.

따라서 본 연구에서는 기존의 연구문헌⁽²⁾에 사용된 식을 수정 보완하여, 이 시점-종점 방식에 의해 결정된 교차의 비선형 연립방정식을 풀기 위한 알고리즘을 제안하고, 제안된 알고리즘의 유효성을 검증하여 그것을 바탕으로 각 주행계 요소가 안정주행을 하기 위한 설계기준치로부터 오차를 가질 때 그것이 주행경로에 미치는 영향을 평가할 수 있는, 주행계 요소의 기하학적 배치 변동에 따른 주행경로 오차 민감도 해석 프로그램을 개발하고, 이

를 A사의 특정 모델에 적용하여 효과적인 공차관리를 위한 기준을 제시하고자 한다.

2. 주행경로 해석 방법

주행계 요소가 설계기준치로부터 오차를 가질 때 그것이 주행경로에 미치는 영향을 해석하기 위하여 시점-종점 방식을 사용하고자 한다. 이것은, 3차원 공간상에 임의로 위치한 실린더로 이루어진 n 개의 주행계 요소와 그 사이를 주행하는 현(鉉)으로 가정한 테이프 중심선으로 이루어진 주행계의 주행경로를 해석하기 위한 방법이다. 이 해석법은 주행계 요소의 반경 및 위치 그리고 경사벡터가 주어질 때 첫번째 요소에서의 테이프 입사점과 n 번째 요소에서의 테이프 출사점을 주면, 주행계 요소 사이를 주행하는 테이프 중심선의 주행계 요소와의 접촉 위치들을 찾아냄으로써 테이프 주행경로를 해석하는 방법이다. 결국 이와 같은 해석 방법을 통하여 3차원 공간 상에 임의로 위치한 주행계요소의 위치 및 경사각의 변동이 테이프 주행경로에 어떠한 영향을 주는지를 평가할 수 있다.

2.1 시점-종점 방식의 수식화

일반적인 주행계의 주행경로를 해석하기 위하여 Fig. 1과 같은 해석모델을 세운다. 이 그림은 3차원 공간상에 임의로 위치한 주행계 요소와 그 사이를 주행하는 테이프 중심선과의 관계를 나타내는 것이다.

Fig. 1에서 i 번째 주행계 요소의 경우 P_i 는 i 번째 요소의 축직선상의 기준점의 위치벡터, \tilde{n}_i 는 i 번째 요소의 축방향의 단위 벡터, R_i 는 테이프 중심선과 i 번째요소간의 접점의 위치벡터, Q_i 는 i 번째

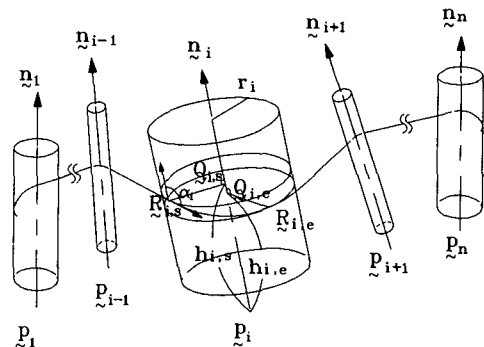


Fig. 1 Tape transport system

제 요소에의 접점에서 축직선에 내린 수선의 발의 위치벡터, \underline{h}_i 는 i 번째 요소의 기준점 위치 벡터 (\underline{P}_i)와 수선의 발의 위치벡터(\underline{Q}_i)간의 거리, r_i 는 i 번째 요소의 반경, s 는 입사점 그리고 e 는 출사 점을 의미한다.

테이프 주행경로를 결정하는 변수들 사이에 만족되어야 하는 관계식들을 i 번째 주행계 요소를 중심으로 기술하면 다음과 같다.

(1) 입(출)사점이 주행계 요소 외주면에 있는 조건

$$|\underline{R}_{i,s} - \underline{P}_i|^2 - (h_{i,s}^2 + r_i^2) = 0 \quad (1)$$

$$|\underline{R}_{i,e} - \underline{P}_i|^2 - (h_{i,e}^2 + r_i^2) = 0 \quad (2)$$

(2) 입(출)사벡터가 주행계 요소에 접할 조건

$$(\underline{R}_{i,s} - \underline{R}_{i-1,e}) \cdot (\underline{R}_{i,s} - \underline{Q}_{i,s}) = 0 \quad (3)$$

$$(\underline{R}_{i+1,s} - \underline{R}_{i,e}) \cdot (\underline{R}_{i,e} - \underline{Q}_{i,e}) = 0 \quad (4)$$

(3) 입사각과 출사각이 같을 조건

$$\left\{ \frac{\underline{R}_{i,s} - \underline{R}_{i-1,e}}{|\underline{R}_{i,s} - \underline{R}_{i-1,e}|} \right\} \cdot \underline{n}_i = \left\{ \frac{\underline{R}_{i+1,s} - \underline{R}_{i,e}}{|\underline{R}_{i+1,s} - \underline{R}_{i,e}|} \right\} \cdot \underline{n}_i$$

$$\equiv \cos \alpha_i \quad (5)$$

여기서 α_i 는 i 번째 요소의 경사벡터와 테이프 주행방향이 이루는 각이다.

(4) 주행계 요소에의 테이프 감긴각과 입(출)사각과의 관계

$$(h_{i,e} - h_{i,s}) = r_i \theta_i \cdot \tan(90 - \alpha_i) \quad (6)$$

여기서 θ_i 는 i 번째 요소에의 테이프 감긴각이다. 또한 상기식 (1) ~ (6)에 나타난 변수들간의 관계식은 다음과 같다.

$$\underline{Q}_{i,s} = \underline{P}_i + h_{i,s} \underline{n}_i \quad (7)$$

$$\underline{Q}_{i,e} = \underline{P}_i + h_{i,e} \underline{n}_i \quad (8)$$

$$h_{i,s} = (\underline{R}_{i,s} - \underline{P}_i) \cdot \underline{n}_i \quad (9)$$

$$h_{i,e} = (\underline{R}_{i,e} - \underline{P}_i) \cdot \underline{n}_i \quad (10)$$

$$\cos \theta_i = (\underline{R}_{i,s} - \underline{Q}_{i,s}) \cdot (\underline{R}_{i,e} - \underline{Q}_{i,e}) / r_i^2 \quad (11)$$

이제 설정된 주행계를 표현하기 위하여 r_i , \underline{P}_i 와 \underline{n}_i 가 주어진 후 식 (7) ~ (11)의 관계식을 식 (1) ~ (6)에 대입하여 정리하면 각 주행계 요소에서의 입사점과 출사점의 위치벡터인 $\underline{R}_{i,s}$ 와 $\underline{R}_{i,e}$ 에 관한 6개의 방정식이 얻어질 것이다.

이제 전체 주행계를 고려하여 보기로 한다. $\underline{R}_{1,s}$ 와 $\underline{R}_{n,e}$ 는 주어지는 값이며 미지수 벡터는 $\underline{R}_{1,e}$, $(\underline{R}_{2,s}, \underline{R}_{2,e}), \dots, (\underline{R}_{i,s}, \underline{R}_{i,e}), \dots, \underline{R}_{n,s}$ 등의 $(2n-2)$ 개 벡터이다. 이것을 스칼라량으로 표시하면 미지수는 $(6n-6)$ 개가 된다. 또한 방정식의 수는

$i=2 \sim n-1$; (1) ~ (6)6개
 $i=1$; (2), (4), (6)3개
 $i=n$; (1), (3), (6)3개

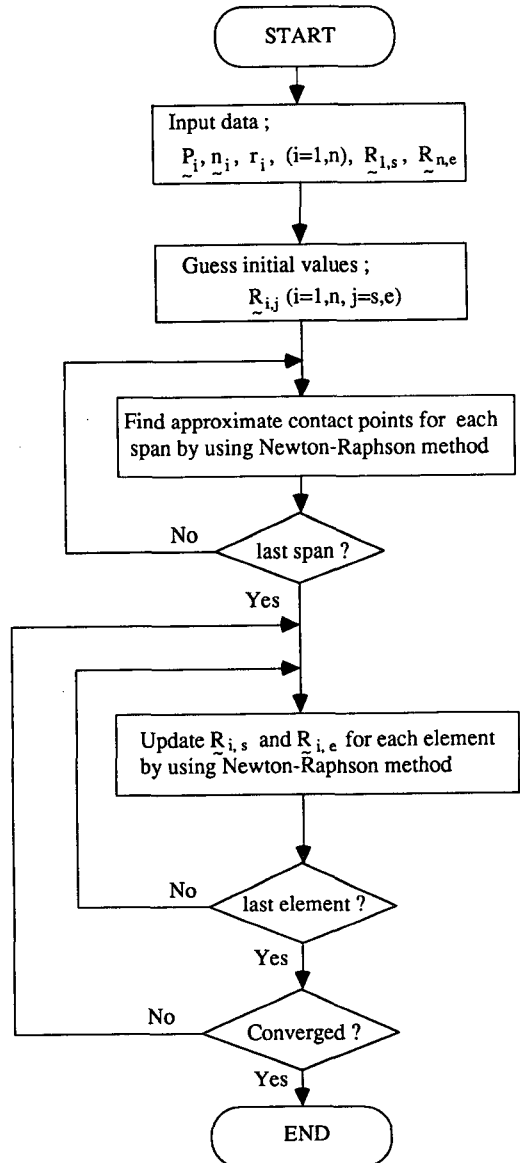


Fig. 2 Flow chart for the analysis of tape traveling path

로써, 합하면 $6(2n-1)+3+3=6n-6$ 개가 된다. 따라서 미지수와 방정식의 수가 같으므로 해를 구할 수 있다. 그러나 이 방정식은 $6n-6$ 원 비선형 연립방정식이므로 해석적으로는 풀 수가 없으며 반복해법에 의한 수치적인 방법으로 풀 수 밖에 없다. 본 연구에서는 Newton-Raphson방법⁽⁹⁾을 반복하여 적용하는 수치적인 기법을 사용하였으며 그 내용은 다음 항에 기술하였다.

2.2 반복법을 이용한 알고리즘

이론적으로는 전 주행계에 대한 $(6n-6)$ 원 비선형 연립방정식의 해를 구하기 위하여 Newton-Raphson 방법을 적용할 수 있으나, 실제로는 수치적인 불안정성 때문에 수렴에 어려움이 있어 해를 구할 수 없다 따라서 본 연구에서는 각 주행계 요소에 대한 6개의 비선형 연립방정식의 해를 Newton-Raphson방법을 적용하여 구하는 과정을 순차적으로 모든 주행계 요소에 대하여 수행하는 것을 하나의 반복단위(sweep)로 하여 수렴할 때까지 sweep을 반복하는 기법을 사용한다. 이와 같은 기법을 사용한 알고리즘의 순서는 다음과 같으며 알고리즘의 흐름도는 Fig. 2와 같다.

step 1 : 입력 데이터로써 각 주행계 요소의 $P_i, n_i, r_i, R_{i,s}$ 그리고 $R_{n,e}$ 값을 준다.

step 2 : 초기치로서 $R_{i,s}$ 와 $R_{i,e} (i=1, \dots, n)$ 을 준다.

step 3 : 초기치로 입력한 각 주행계 요소의 입(출)사점에서의 z값을 고정시킨 후 1부터 n-1번째까지의 각 스팬(2개의 주행계 요소 사이의 구간)에

서의 공통 접선의 접점을 구한다.

step 4 : step 3에서 구한 값을 다시 초기치로 하여 각각의 주행계 요소에 대해 $R_{i-1,e}$ 와 $R_{i+1,s}$ 값을 고정시킨 후 각 주행계 요소에서 입사각과 출사각이 같아지도록 하는 $R_{i,j}$ 값을 보정한다.

step 5 : 전체 주행계 요소에서 입사각과 출사각이 같아질 때까지 step 4의 과정을 반복한다.

전체 주행계 요소에서 입사각과 출사각이 같아지도록 하는 해의 수렴성 판정은 아래식에 따른다.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=s,e} \|R_{i,j}^{new} - R_{i,j}^{old}\| \leq 1 \times 10^{-4} \tag{12}$$

3. 결과 및 고찰

3.1 시점-종점 방식에 의한 알고리즘 검증

2장에서 기술한 알고리즘의 유효성을 검증하기 위하여, 드럼 기준방식으로 테이프가 안정주행을 하기 위한 설계기준치를 구할 수 있는 입구측 안내롤러(S-guide roller) - 입구측 경사포스트(S-slant post) - 드럼(drum) - 출구측 경사포스트(T-slant post) - 출구측 안내롤러(T-guide roller)로 구성된 드럼 주변의 주행계(Fig. 3)를 고려하였다.

A사의 특정모델에 드럼 기준방식을 적용하여 얻은 안정주행을 하기 위한 설계기준치의 결과로부터 시점-종점 방식을 위한 데이터인 각 주행계 요소의 반경 r_i , 위치벡터 P_i , 경사벡터 n_i 및 시점, 종점 위치벡터 $R_{i,s}, R_{s,e}$ 를 Table 1과 같이 입력하였다. 이제 각 주행계 요소에서의 입사점, 출사점 위치벡터의 초기치를 Table 2의 “초기치(Initial value)”

Table 1 Input data

Element	Radius(mm)	Orientation vector(n_i) (x, y, z)	Position vector(P_i) (x, y, z)
S-guide roller	3.00	(0.000, 0.000, 1.000)	(-40.000, 20.191, 0.000)
S-slant post	1.50	(-0.206, 0.157, 0.965)	(-32.026, 15.987, 0.000)
Head drum	31.0	(-0.222, 0.000, 0.975)	(0.000, 0.000, 0.000)
T-slant post	1.50	(-0.206, -0.157, 0.965)	(32.026, 15.987, 0.000)
T-guide roller	3.00	(0.000, 0.000, 1.000)	(40.000, 20.191, 0.000)
$R_{1,s}$		(-41.500, 21.885, 0.000)	
$R_{5,e}$		(41.500, 21.885, 0.000)	

항에 수록한 바와 같이 임의로 준 후, Fig. 2의 흐름도에 따라 해석한 결과, Table 2의 “최종치(Final value)”항과 같은 수치를 얻었다. 본 결과의 정확성을 검토하기 위하여 드림 기준방식에 의한 설계기준치로부터 각 주행계요소와의 접촉위치를 Table 2의 “기준치(Standard value)”항에 수록한 바와 같이 구하였고 그 결과와 비교하였다.

비교한 결과, Table 2의 “상대오차(Relative error(%))”항에 수록한 바와 같이 소수점 아래 3자리까지 정확히 일치함을 알 수 있었다.

3.2 주행계 요소의 기하학적 배치 변동에 따른 주행경로 오차 민감도해석
전 항에서 유효한 것으로 검증된 알고리즘을 근

Table 2 Comparison of the numerical result with the standard values

Variable		Initial value	Final value	Standard value	Relative error(%)
$\tilde{R}_{1,e}$	x	-37.210	-38.179	-38.179	0.000
	y	21.800	22.575	22.575	0.000
	z	0.001	0.000	0.000	0.000
$\tilde{R}_{2,s}$	x	-32.115	-31.116	-31.116	0.000
	y	17.700	17.179	17.179	0.000
	z	0.201	0.000	0.000	0.000
$\tilde{R}_{2,e}$	x	-30.001	-30.484	-30.484	0.000
	y	15.115	15.792	15.792	0.000
	z	-0.660	-0.066	-0.066	0.000
$\tilde{R}_{3,s}$	x	-32.001	-31.279	-31.279	0.000
	y	2.100	2.702	2.702	0.000
	z	-1.532	-1.652	-1.652	0.000
$\tilde{R}_{3,e}$	x	31.652	31.279	31.279	0.000
	y	2.100	2.702	2.702	0.000
	z	1.552	1.652	1.652	0.000
$\tilde{R}_{4,s}$	x	30.230	30.484	30.484	0.000
	y	14.233	15.792	15.792	0.000
	z	0.660	0.066	0.066	0.000
$\tilde{R}_{4,e}$	x	32.115	31.116	31.116	0.000
	y	16.179	17.179	17.179	0.000
	z	0.300	0.000	0.000	0.000
$\tilde{R}_{5,s}$	x	37.210	38.179	38.179	0.000
	y	23.800	22.575	22.575	0.000
	z	0.000	0.000	0.000	0.000

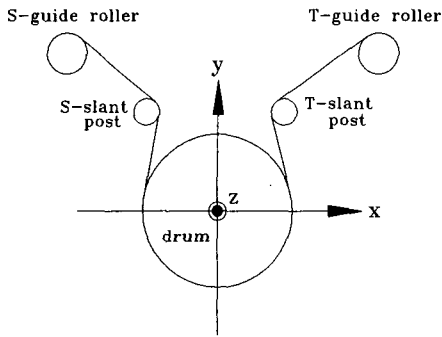
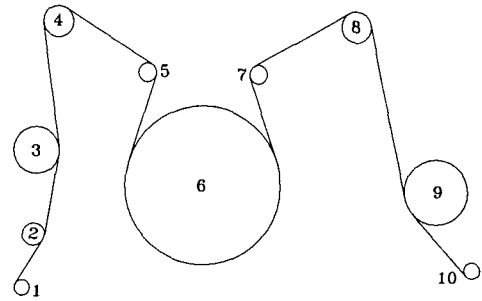


Fig. 3 Tape transport system in the neighborhood of drum

거로 하여 주행계 요소의 기하학적 배치 변동에 따른 주행경로 오차 민감도 해석 프로그램을 개발하였다. Fig. 4와 같이 구성된 A사의 VHS 방식 VTR 주행계를 해석영역으로 설정하여, 제작 및 조립오차로 발생할 수 있는 주행계 요소들의 위치 벡터 및 경사벡터의 설계기준치로부터의 변동이 주행경로에 미치는 영향을 평가하였다.

Table 3에 수록한 출구측 주행계 요소들의 위치 및 경사방향 등을 변동파라미터로 선정하여(Fig. 5), 이 변동파라미터들이 설계기준치로부터 최고



- 1 : vertical post 2 : S-guide post
- 3 : impedance roller 4 : S-guide roller
- 5 : S-slant post 6 : drum
- 7 : T-slant post 8 : T-guide roller
- 9 : A/C head 10 : T-guide post

Fig. 4 Tape transport system of VHS VTR

$\pm 1 \text{ mm}$ 또는 $\pm 1^\circ$ 변할 때 주행경로에 미치는 영향을 분석하였다. 이와 같은 영향은 테이프 주행 성능을 대표하는 성능파라미터(Table 4)로 정량화 하였으며 이에 대한 설명은 아래와 같다.

Fig. 6은 변동파라미터들과 영상신호에 지대한 영향을 미치는 성능파라미터 A의 관계를 그래프로 나타낸 것이다. Fig. 6에서 볼 수 있는 바와 같이 영상신호의 질을 좌우하는 드럼의 헤드진행방향과

Table 3 Variation parameters

Parameter	Description
a	Variation of the center of T-slant post in the line of its inclination with respect to x' -axis from the center of T-guide roller
b	Variation of the center of T-slant post in the direction perpendicular to the line of its inclination with respect to x' -axis from the center of T-guide roller
c	Variation of the maximum angle of inclination of T-slant post with respect to z' -axis
d	Variation of the inclination angle of T-slant post with respect to x' -axis in the $x'y'$ -plane
e	Variation of the rotation angle of T-guide roller with respect to y' -axis
f	Variation of the rotation angle of T-guide roller with respect to x' -axis
g	Variation of the tilt angle of A/C head with respect to the tape traveling direction

Table 4 Performance parameters

Parameter	Description
A	Variation of the angle between the head traveling direction and the tape traveling direction from standard lead angle
B	Variation of the tape exit angle of T-guide roller from the parallel condition
C	Variation of the tape height at the exit point of T-guide roller from the standard value

테이프 주행방향이 이루는 각도 변동량에 영향을 주는 중요한 변동파라미터는 f, c 및 e 인 것을 알 수 있다. 이들은 각각 출구측 안내롤러가 x' 축에 대하여 회전한 각도 변동량, 출구측 경사포스트의 최대 경사각 변동량 그리고 출구측 안내롤러가 y' 축에 대하여 회전한 각도 변동량을 표기한 것으로 이 변동파라미터들의 오차가 커지면 영상신호를 제대로 재생하지 못하게 된다. 특히 이들 파라미터 중 가장 큰 영향을 주는 파라미터는 f 즉 출구측 안내롤러가 x' 축에 대하여 회전한 각도 변동량인 것을 알 수 있으며 이 변동파라미터에 대한 공차관리를 엄격히 해야 한다.

Fig. 7은 각 변동파라미터들과 테이프 중심선의

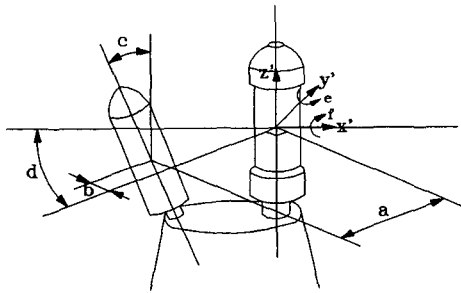


Fig. 5 Graphical presentation of variation parameters

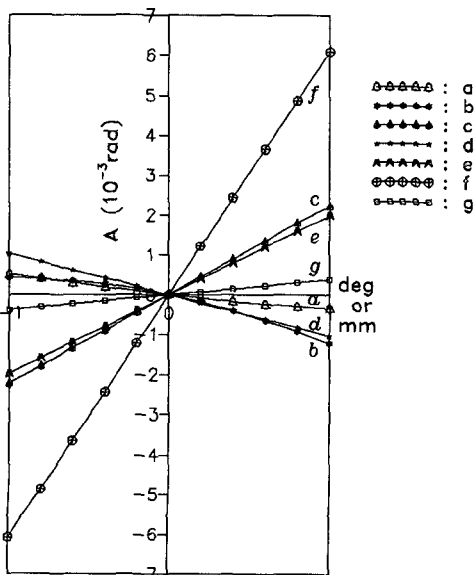


Fig. 6 Performance parameter A as a function of variation parameters

출구측 안내롤러에서의 출사각변화(성능파라미터 B)의 관계를 그래프로 나타낸 것이다. 변동파라미터들에 대한 테이프 중심선의 출구측 안내롤러에서의 테이프 출사각 변화는 테이프의 안정주행조건 중 평행조건 만족도를 의미하는 것으로 출구측 안내롤러의 플랜지(frange) 상, 하단 규제와 관계가 있을 뿐 아니라 A/C헤드에서 음성 신호와 제어 신호를 재생하는데 영향을 준다. Fig. 7에서 볼 수 있는 바와 같이 테이프 중심선의 출구측 안내롤러에서의 출사각 즉 평행조건에 영향을 주는 중요한 파라미터는 f, c, d, e 인 것을 알 수 있다. 이들은 각각 출구측 안내롤러가 x' 축에 대하여 회전한 각도 변동량, 출구측 경사포스트의 최대경사각 변동량, 출구측 경사포스트의 경사방향각 변동량, 그리고 출구측 안내롤러가 y' 축에 대하여 회전한 각도 변동량을 표기한 것으로 이들의 오차가 커지면 플랜지 상, 하단 규제의 정도가 커지게 되어 테이프에 손상이 갈 뿐 아니라 A/C헤드에서 음성 신호와 제어 신호를 제대로 재생하지 못하게 된다. 특히 이들 파라미터 중 가장 큰 영향을 주는 파라미터는 f 와 c 즉 출구측 안내롤러가 x' 축에 대하여 회전한 각도 변동량과 출구측 경사포스트의 최대경사각 변동량인 것을 알 수 있으며 이들 변동파라미터에 대한 공차관리를 엄격히 해야 한다.

Fig. 8은 변동파라미터들과 테이프 중심선의 출구측 안내롤러에서의 높이변화(성능파라미터 C)의

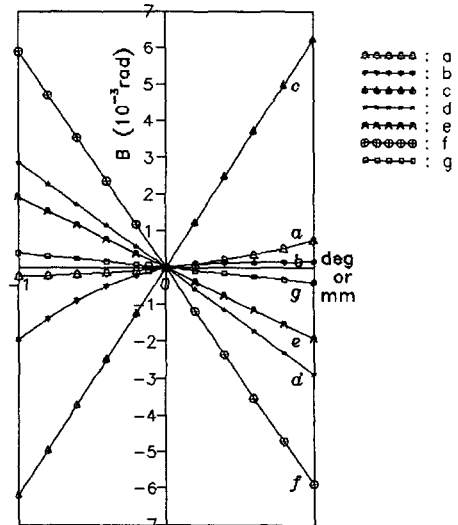


Fig. 7 Performance parameter B as a function of variation parameters

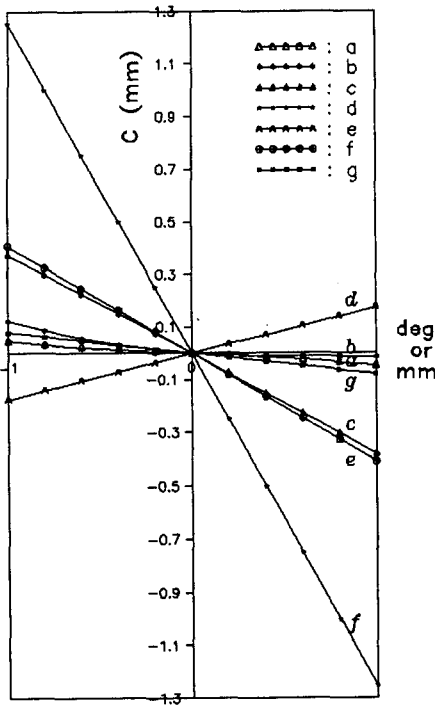


Fig. 8 Performance parameter C as a function of variation parameters

관계를 그래프로 나타낸 것이다. 이것은 테이프의 안정주행 조건 중 높이조건 만족도를 의미하는 것으로 평행조건과 마찬가지로 출구측 안내롤러의 플랜지 상, 하단 규제와 관계가 있을 뿐 아니라 A/C 헤드에서 음성 신호와 제어 신호를 재생하는데 영향을 준다. Fig. 8에서 볼 수 있는 바와 같이 출구측 안내롤러에서의 테이프 중심선의 높이 즉 높이 조건에 영향을 주는 중요한 파라미터는 f, e, c, d 인 것을 알 수 있다. 이들은 각각 출구측 안내롤러가 x' 축에 대하여 회전한 각도 변동량, 출구측 안내롤러가 y' 축에 대하여 회전한 각도 변동량, 출구측 경사포스트의 최대경사각 변동량, 출구측 경사포스트의 경사방향각 변동량을 말하는 것으로 이들의 오차가 커지면 플랜지 상, 하단 규제의 정도가 커지게 되어 테이프에 손상이 갈뿐 아니라 A/C 헤드에서 음성 신호와 제어 신호를 제대로 재생하지 못하게 된다. 특히 이들 파라미터 중 가장 큰 영향을 주는 파라미터는 f 즉 출구측 안내롤러가 x' 축에 대하여 회전한 각도 변동량인 것을 알 수 있으므로 이 파라미터에 대한 공차관리를 엄격히 해야 한다.

이상에서 살펴본 바와 같이 영상신호 및 음성신호와 제어신호를 재생하는데 영향을 주는 중요한 변동파라미터는 출구측 안내롤러가 x' 축에 대하여 회전한 각도 변동량, 출구측 경사포스트의 최대경사각 변동량, 출구측 안내롤러가 y' 축에 대하여 회전한 각도 변동량, 출구측 경사포스트의 경사방향각 변동량인 것을 알 수 있다. 따라서 이들에 대한 공차관리를 엄격히 해야 하며 특히 공통적으로 가장 커다란 영향을 주는 변동파라미터인 f 즉 출구측 안내롤러가 x' 축에 대하여 회전한 각도 변동량에 대한 공차관리는 더 철저히 하여야 한다.

4. 결론

고정도의 테이프 주행을 실현하는데 있어서 주행계 요소의 적절한 기하학적 배치는 VTR을 제작하는데 있어 가장 기본적인 사항으로 중요한 문제이다. 본 연구에서는 이런 주행계 요소의 기하학적 배치 문제에 관한 수치해석을 통하여 각 주행계 요소들이 설계기준치로부터의 오차를 가질 때 그것이 주행경로에 미치는 오차 민감도 해석을 하였다.

(1) 주행계 요소가 안정주행을 위한 설계기준치로부터 오차를 가질 때 그것이 주행경로에 미치는 영향을 평가하기 위하여 시점-중점 방식에 근거한 알고리즘을 제안하였다. 또한 이 알고리즘의 유효성을 검증하기 위하여 드럼기준방식에서 구한 안정주행을 위한 설계기준치로부터 각 주행계 요소와의 접촉위치들을 구한 결과와 이 알고리즘을 실행하도록 개발한 프로그램으로부터의 결과를 비교하였고 두 결과가 일치함을 통하여 제안한 알고리즘의 유효성을 검증하였다.

(2) 개발된 프로그램을 A사의 특정모델에 적용하여 선정된 주행계 요소들이 설계기준치로부터 오차를 가질 때 그것이 주행경로에 미치는 오차 민감도 해석을 하였다. 각 변동파라미터가 주행경로에 미치는 영향을 중요도 순으로 나열하면 다음과 같다.

- 영상신호에 큰 영향을 주는 변동파라미터
- ① 출구측 안내롤러가 x' 축에 대하여 회전한 각도 변동량
- ② 출구측 경사포스트의 최대경사각 변동량
- ③ 출구측 안내롤러가 y' 축에 대하여 회전한 각도 변동량
- 안정주행을 위한 평행조건에 큰 영향을 주는

변동파라미터

① 출구측 안내롤러가 x' 축에 대하여 회전한 각도 변동량

② 출구측 경사포스트의 최대경사각 변동량

③ 출구측 경사포스트의 경사방향각 변동량

④ 출구측 안내롤러가 y' 축에 대하여 회전한 각도 변동량

· 안정주행을 위한 높이조건에 큰 영향을 주는 변동파라미터

① 출구측 안내롤러가 x' 축에 대하여 회전한 각도 변동량

② 출구측 안내롤러가 y' 축에 대하여 회전한 각도 변동량

③ 출구측 경사포스트의 최대경사각 변동량

④ 출구측 경사포스트의 경사방향각 변동량

따라서 이들 파라미터에 대한 공차관리를 강화해야하며 특히 공통적으로 가장 커다란 영향을 주는 변동파라미터인 출구측 안내롤러가 x' 축에 대하여 회전한 각도 변동량에 대한 관리는 철저히 하여야 한다.

(3) 본 연구를 통하여 얻은 결과는 주행계를 정적인 상태로 가정하여 얻은 결과이다. 그러나 실제 주행계는 고속으로 회전하는 드럼과 입구측과 출구측에서 서로 다른 장력을 받으며 저속으로 주행하는 테이프로 이루어진 동적인 상태이다. 따라서 본 연구를 통하여 개발된 주행경로 오차 민감도 해석

프로그램을 실제 모델에 적용하기 위해서는 본 해석 프로그램의 결과를 바탕으로 실험에 의한 조정을 통하여 수정 보완하여야 한다. 따라서 앞으로는 실험에 의한 조정을 최소화하고 실용적인 설계치 및 설계공차를 설정하기 위하여 VTR 주행계를 동특성을 고려한 주행계로 실제로 모델링하여 해석하는 연구를 진행하여야 할 것으로 사료된다.

후 기

본 연구는 1991년도 대우전자(주)와의 산학협조에 의하여 이루어졌으며, 이에 관계 제위계 감사드립니다.

참고문헌

- (1) 久保觀治他, 1979, "VHS방식 VTR의 주행계," National Tech. Rept. Vol. 25 No. 1.
- (2) 河內健, 1984, "VTR 테이프 주행계의 설계 및 평가," トリケップスブルーペーパーズ No. 32, pp. 16~26.
- (3) William H. Press, Brian P. Flannery, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling, 1986, "NUMERICAL RECIPES: The Art of Scientific Computing," Pang-Han, Cambridge, pp. 269~272.