

교체된 Finger Joint의 안전성 평가

Safety Estimation of Repaired Finger Joint

김지훈* 한경봉** 박선규***
Kim, Ji-Hoon Han, Kyung-Bong Park, Sun-Kyu

Abstract

Though there are many kinds of type in the expansion joint of bridges, Transflex joint was usually used from 1970's to 1980's. But it made of rubber is needed to exchange to new one often because of the breakage by wheel load. This study performed the safety estimation which is to exchange the transflex joint to finger joint kept the part of situ-cast-concrete. The standard of finger joint is same as that of transflex joint, we investigated the safety of finger joint with experimental results and FEM (Finite element method) analysis.

keywords : Transflex joint, finger joint, breakage, safety Estimation.

1. 서론

교량에는 상부구조와 온도변화, 건조수축, 크리프 등에 의한 변형을 흡수하기 위해서 신축이음장치가 필요하다. 교량 바닥판에는 온도의 상승과 하강, 건조수축, 크리프, 차량이동시의 출발과 제동 등으로 차량 진행방향의 변위가 일어나며, 이 변형이 구속되면 큰 응력이 생겨 교량에 구조적으로 좋지 않은 영향을 미치게 된다. 이러한 이유로 장지간의 교량에는 교량 바

다윈 층간에 단결을 두게 되며, 이러한 단결부에 신축이음장치를 설치해야 한다. 차량의 편방향 동행은 지속적으로 하는 교량의 신축이음장치는 반복적인 차량하중을 받기 때문에 교량을 구성하는 요소 중에서 가장 파손되기 쉬운 부분이다.

최근의 추운지방 중대(철도교에서 열차새랑의 중대, 열차중랑의 중대, 도로교에서 교량랑의 중대, 차량하중의 중대)에 동반해서 교량에서는 추운지방, 2차부재에 관계없이 여러 유형의 손상이 발생하고 있다.

* 한국철도기술연구원

** 서울대학교 토목환경공학과 박사과정

*** 성희원 서울대학교 토목환경공학과 부교수

E-mail : pester@hanmail.net 031-290-7530

• 본 논문에 대한 보려를 2002년 3월 31일까지 학회로 보려 주시면 2002년 7월호에 보려권자를 기재하겠습니다.

특히, 도로교의 신축이음장치는 차량하중을 직접 또는 반분하중을 받는 부재이기 때문에, 다른 부재에 비해서 손상빈도가 많고, 수주제 못지 않게 검토해야 할 부재로 판단된다. 신축이음장치의 손상은 상판단부의 손상을 무르고, 또 손상에 의한 신축이음장치의 배수 기능의 저하는 교량장치의 손상이 빨라지는 요인 중의 하나가 된다.

신축이음장치부분을 통해 바닥판의 아래로 흘러내린 빗물이나, 석유류 제설작업을 위해 뿌리는 염화칼슘 등은 교량바닥판을 지지하는 강 주형의 부식을 촉진시키거나, 교각이나 바닥판 하부 철근의 부식을 촉진시키기도 하며, 교량 선체의 수명을 급속히 약화시키는 원인이 되기도 한다. 여기에 신축이음장치의 손상은 차량의 주행성을 악화시키고, 소음을 발생시키며, 교역 공사시에 교통정체에 발생시 교통정체를 유발한다. 따라서 신축이음장치의 손상은 도로의 유지관리상 중대한 문제의 하나이고, 내구성 향상이 요구되는 구조로 인식해야 한다.

신축이음장치는 이와 같이 교량에 있어서 중요한 부재중의 하나라고 생각되어짐에 불구하고 설계상 2차부재로써 취급되어지고 있기 때문에 세부적인 검토가 이루어지지 않고 있다. 그리고, 국내에서는 신축이음장치에 대한 이론적, 실험적 연구는 미비한 실정이며, 발표된 논문이나 보고서록 보면 대부분 신축이음부의 유간 산정이나, 준부 등을 언급하였을 뿐, 신축이음장치 자체에 대한 내구성 평가나, 하중전달체계 등에 대

한 연구는 찾아보기 어렵다.

신축이음장치의 내구성 문제로 인해 교체할 요하는 경우도 있지만, Transflex Joint와 같은 교부제품의 경우는 마모로 인한 누수문제 때문에 교체할 필요가 없는 경우도 자주 발생한다. 1980년대부터 1990년대까지 교량에는 많은 수의 Transflex Joint가 설치되었다. Transflex Joint는 교부 내부에 강판을 압착한 형태로, 내구성에 문제가 없다 하여라도 표면의 마모로 인하여 방수 및 배수에 심각한 문제가 대두되고 있다.

따라서 본 연구에서는 이러한 Transflex Joint를 내구성과 방수 및 배수성을 모두 확보한 Finger Joint로 교체하기 위해 Transflex Joint와 일치하는 Finger Joint를 개발하고, 이에 대한 실험과 유한요소해석 등을 통하여 안전성을 확보하여 신축이음장치의 교체 방안을 제시하고자 한다.

2. 신축이음장치의 제원

2.1 Transflex Joint의 제원

Transflex Joint의 제원은 Fig. 1과 Fig. 2, Table 1, Table 2와 같다. Fig. 1과 Fig. 2에 나타낸 차수는 신축장이 45mm인 TF45에 대하여 나타낸 것이며, 이 외의 기타 부분의 제원들은 Table 1과 Table 2에 나타내었다.

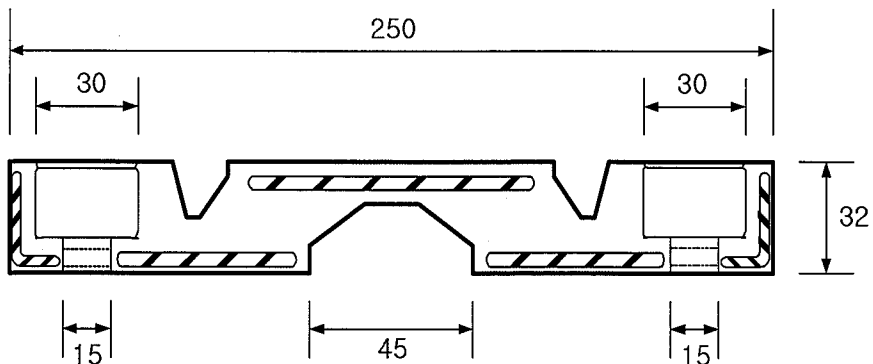


Fig. 1 Transflex Joint의 단면도 (단위 : mm)

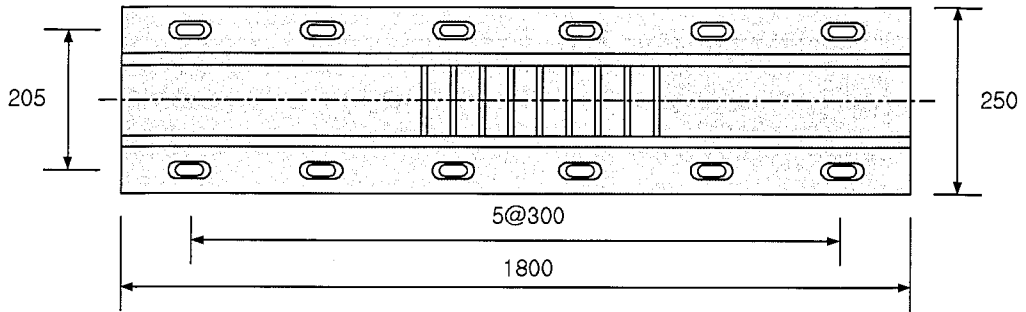


Fig. 2 Transflex Joint의 평면도 (단위 : mm)

2.2 Finger Joint의 제원

파악된 Transflex Joint의 제원을 바탕으로 교체하여 설치될 Finger Joint의 제원을 결정하였다. Transflex Joint는 본체 자체만으로도 방수기능을 확보하도록 설계되어 있으나, Finger Joint의 경우에는

병들로 방수장치라 설치해 주어야 한다. 따라서 방수 장치의 설치관 위하여 보크받침을 두도록 하였으며, 여기에 충전재 받침을 연결하고, 오닐의 침투를 막는 충전재를 설치한다. 그리고, 최하부에 방수시트판 양쪽 상판이 연결 설치하여 방수기능을 확보하도록 한다.

Table 1 Trans Flex Joint의 제원 (단위 : mm)

	제원사	TR35 HP35	TR45 HP45	TR50 HP50	TR70 HP70	TR70L	HP80	TR100 HP100	TR160 HP160	TR230 HP230	TR330 HP330
신축장	A사	85	45	50	70		80	100	160	230	330
	B사	85	45	50	70	70		100	160	230	330
	C사		45	50	70	70		100	160	230	330
	D사	85	45	50	70	70		100	160	230	
높	A사	240	250	264	330		430	577	706	875	1185
	B사	240	250	264	330	430		577	706	875	1185
	C사		250	264	330	430		577	706	875	1185
	D사	240	250	264	330	430		577	706	875	
폭 (동계)	A사	257.5	272.5	289.0	374.0		470.0	627.0	726.0	990.0	1350.0
	B사	257.5	272.5	289.0	374.0	465.0		627.0	726.0	990.0	1350.0
	C사		272.5	289.0	374.0	465.0		627.0	726.0	990.0	1350.0
	D사	257.5	272.5	289.0	374.0	465.0		627.0	726.0	990.0	
폭 (하계)	A사	222.5	227.5	239.0	304.0		390.0	527.0	626.0	760.0	1020.0
	B사	222.5	227.5	239.0	304.0	395.0		527.0	626.0	760.0	1020.0
	C사		227.5	239.0	304.0	395.0		527.0	626.0	760.0	1020.0
	D사	222.5	227.5	239.0	304.0	395.0		527.0	626.0	760.0	
높이 (두께)	A사	82	85	40	46		54	54	76	93	127
	B사	82	85	40	46	54		54	76	93	127
	C사		85	40	46	54		54	76	93	127
	D사	82	85	40	46	54		54	76	93	
길이	A사	1800	1800	1800	1800		1800	1800	1800	900	900
	B사	1800	1800	1800	1800	1800		1800	1800	1800	900
	C사	1800	1800	1800	1800	1800		1800	1800	1800	1800
	D사	1800	1800	1800	1800	1800		1800	1800	1800	

Table 2 Trans Flex Joint의 제원 (단위 : mm)

	비중사	TR35 HP35	TR45 HP45	TR50 HP50	TR70 HP70	TR70L	HP80	TR100 HP100	TR160 HP160	TR230 HP230	TR330 HP330
Anchor 조속 방향 길이	A사		205								
	B사	185	205	219	279	330		497	612	781	1073
	C사		205	219	279	330		497	612	781	1073
	D사	185	205	219	279	330		497	612	781	
Anchor 크기 방향 길이	A사	300	300	300	300		300	300	300	300	300
	B사	300	300	300	300	300		300	300	300	300
	C사		300	300	300	300		300	300	300	300
	D사	300	300	300	300	300		300	300	300	
Anchor Bolt 지름	A사										
	B사										
	C사		13	13	16	19		19	22	22	28.5
	D사	13	13	13	16	19		19	22	22	
Anchor Bolt 위치	A사										
	B사										
	C사		25	29	31	47		40	50	50	58
	D사	25	25	29	31	47		40	50	50	
Anchor Bolt 장출부 길이	A사										
	B사										
	C사		27	32	38	38		38	50	57	70
	D사	27	27	32	38	38		38	50	57	

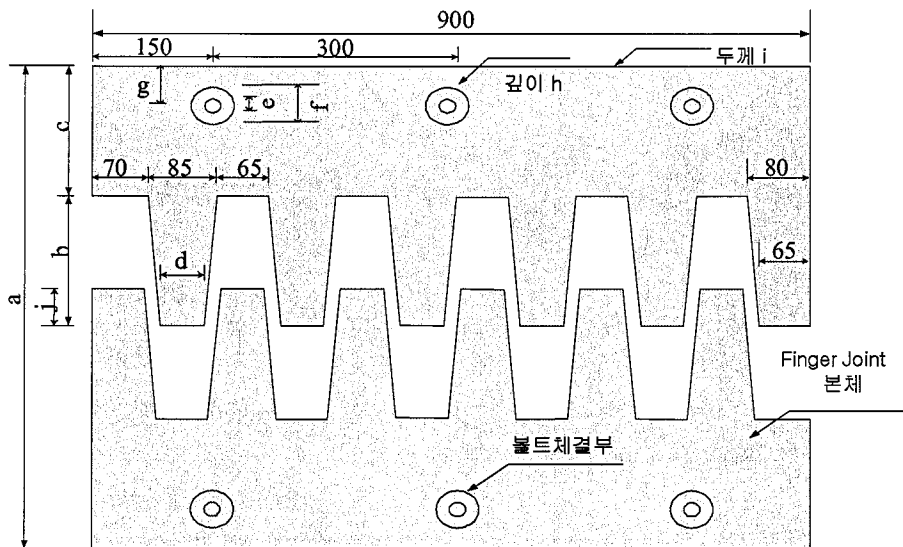


Fig. 3 인축이음결합체의 평면도 (단위 : mm)

충전제의 설치는 방수기능과는 별도로 오분 등의 유입을 막기 위한 목적이다. 이를 설치하지 않았을 경우 오분이 방수샤프트에 유입되어 원활한 배수와 방수기능

을 수행하기 어렵게 된다.

Finger Joint 본체의 제원은 Fig. 3, Table 3과 같다.

Table 3 Finger Joint 본체의 치형 (단위 : mm)

	F135	F145	F150	F170	F170L	F180	F1100	F1160	F1230	F1330
a	257.5	272.5	289.0	374.0	475.0	470.0	627.0	786	990.0	1350.0
b	65	75	75	100	110	110	140	210	290	405
c	75	75	80	100	135	135	190	205	230	300
d	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
e	25	25	25	28	31	31	31	34	34	40
f	35	35	35	40	43	43	43	46	46	52
g	27.5	22.5	22.5	30	45	45	40	47	47	56
h	10	10	10	13	16	16	16	18	18	24
i	22	25	28	32	40	40	40	60	80	100
최소 j	22.5	27.5	21	28	15	20	23	44	50	60

Fig. 3은 Finger Joint의 평면도이며, 각 부분의 치수를 가호로 표시하였으며, 동결기의 상대(모축)방향으로 가장 넓은 때를 기준으로 나타내었다. 이것을 Table 3에 10종의 Finger Joint에 대하여 정리하였다.

Finger Joint는 형의상 별도의 배수장치를 설치해야 한다. 따라서 Fig. 4에서 보는 바와 같이 본체 이외에 보조받침, 연결판, 충전재, 충전재 받침, 방수 시트 등을 설치한다. 이에 대한 각각의 치수는 Table 4에 나타내었다. 모축(차량진행)각각방향의 길이는 900mm이다.

보조받침은 신축이음강의 본체를 받쳐주면서 연결판과 용접으로 연결한다. 허부로는 방수시트와 접착제로 밀착시킨다. 방수시트는 방수기능을 위해 설치하였으며, 구조적으로는 신축이음장치 본체와 후타 콘크리트와의 접지면을 고르게 하는 기능을 가지고 있다. 양쪽 후타 콘크리트 위에 라나와 사트를 설치함으로써 방수 기능을 수행한다. 연결판은 보조받침과 충전재 받침을 연결해주는 것이며, 고무판과 접착제로 밀착시킨다. 충전재 및 탄성재는 이물질과 침투를 방지하는 기능을 한다. 충전재 받침은 충전재를 받쳐주며, 홈니모양을 하고 있다. Fig. 5에 충전재 받침의 모양을 나타내었다.

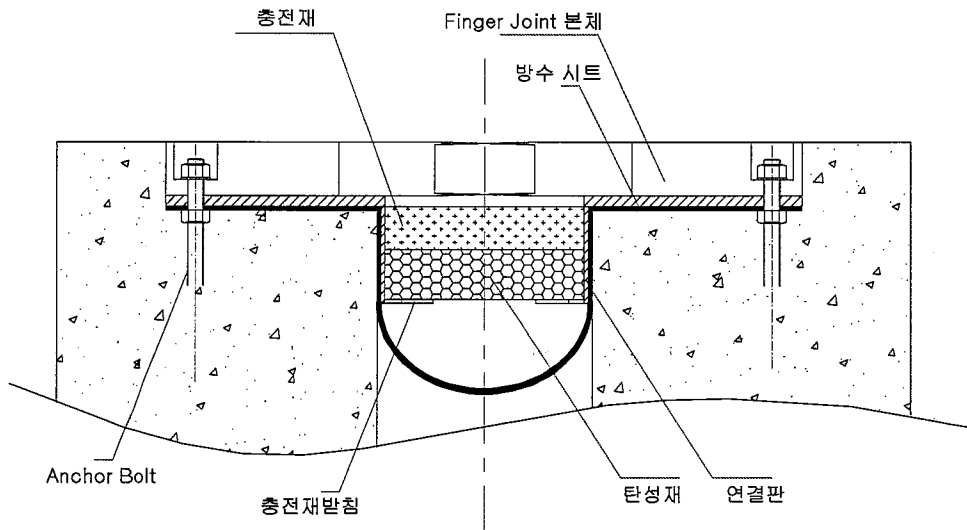


Fig. 4 Finger Joint의 단면도

Table 4 Finger Joint의 기하 세칭 (단위 : mm)

		F135	F145	F150	F170	F170L	F180	F1100	F1160	F1230	F1330
보구 받침	폭	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
	길이	111	111	115	145	173	173	247	301	367	498
	두께	6	6	6	8	8	8	8	8	8	18
교부판	폭	교목	교목	교목	교목	교목	교목	교목	교목	교목	교목
	길이	420	420	440	610	630	630	720	1050	1300	1570
	두께	6	6	6	6	6	6	6	8	6	12
연결판	폭	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
	길이	100	100	100	150	150	150	150	200	200	200
	두께	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
출전재 받침	폭	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800
	길이	20	30	35	50	50	50	70	100	150	200
	두께	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

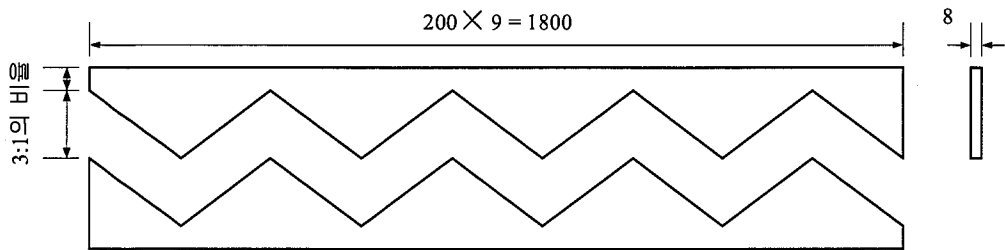


Fig. 5 출전재 배치

3. 작용 하중

교체된 침축이음장치의 안전성을 평가하기 위해서는 Finger Joint에 작용하는 하중을 알아내야 한다. 2000년에 발행된 도로교설계기준에 따르면, 차륜접지면적 A_p 를 식 (1)에 따라 차광하중에 의해 구하도록 되어 있다.

$$A_p(\text{cm}^2) = \frac{5}{36} P \quad (1)$$

여기서, P는 차광하중이며 단위는 kgf이다.

차륜접지면적 A_p 는 도로교설계기준에서 규정하는 차륜접지면적 가로와 세로의 비인 식 (2)와 Fig. 6을 이용하여 차륜접지면적 크기를 결정할 수 있다.

$$x : y = 2.5 : 1 \quad (\text{단위 : cm}) \quad (2)$$

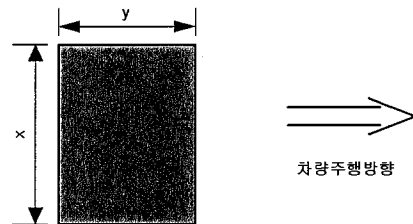


Fig. 6 차륜접지면

여기서 x는 차륜폭, y는 접지면의 길이를 말한다. 식 (2)에 의해 결정된 차륜접지면적과 식 (3)을 이용하여 등분포하중 w_s 의 크기를 구할 수 있다.

$$w_s = \frac{P}{x \times y} \quad (3)$$

그러나, 차광하중이 제거될 때 Finger Joint의 빈 공간에 바퀴가 뜨게 되며, 실제로는 이 공간이 벌어져

이러한 하중을 Finger Joint가 더 받아내야 한다. 따라서 이에 대한 고려가 필요하다. Fig. 7과 식 (4)에 의해 실제 Finger Joint가 받게 되는 하중을 구할 수 있다. Fig. 7에서, area A의 하중을 뺀 부분인 area B가 더 받게 되므로, 실제 area B에 작용하는 분포하중(w)은,

$$w = w_0 \times \frac{(A+B)}{B} \quad (4)$$

여기서, A는 area A의 면적이며, B는 area B의 면적이다.

이 때, 충격하중을 고려하여 최대 하중계수 0.3을 사용하며, 제동하중 또한 적용하여 고려한다. 분포하중 w에 area B에서의 한 개 뿔부분 면적을 곱한 집중하중 P로 나타내고, 제동하중 0.1F를 우력으로 치환할 수 있다. 이를 나타낸 것이 Fig. 8과 Fig. 9이다.

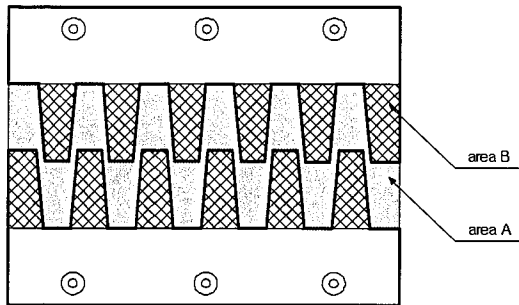


Fig. 7 뿔 부분의 면 곱만큼 고려하기 위한 하중재하

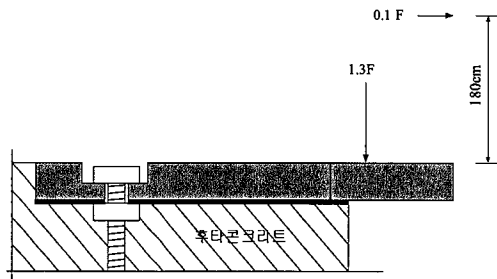


Fig. 8 모관 하중을 고려한 하중 분포

4. 실험개요

4.1 실험체 제작 및 설치

신축이음장치의 역학적 특성을 검증하기 위하여 신축장이 45mm인 Finger Joint를 이용하여 실험을 수행하였다. 실험은 교량에 설치되기 직전의 실험체에 대한 정하중 재하실험을 실시하였다. 바닥 재하조건을 만들기 위해, Finger Joint의 뿔부분에만 하중을 재하하였으며, 재하면에 DB24하중이 작용할 때 3.4tonf의 하중을 재하하다 하지만, 실험에서는 20tonf의 하중까지 재하하였다. 실험체는 서로 맞물리게 설치할 수 있도록 1쌍을 제작하였다. 실제 교량이 있어 후타 콘크리트는 철근콘크리트 구조로 되어 있으나, 실험에는 강재로 이 부분을 대신하였다. Fig. 10의 300×300×10×15의 H형강 2개와, 300×150×8×13의 I형강 1개를 이용하여 후타 콘크리트부분 대신하였다. 수직 하중에 저항하도록 볼트조임 부분을 중심으로 축출히 두께 12mm의 강판으로 보강하였으며, 모든 H형강과 I형강은 용접으로 결합하였다. 볼트는 실제 교량에 설치되는 지름 13mm를 사용하였다. 현축와 신축이음장치만 고정할 수 있도록 설치된 지기의 선제적인 모양은 Fig. 11과 같다. Finger Joint를 고정하기 위한 Anchor Bolt는 I형강을 관통하여 2단에 있는 H형강의 상부에 고정되도록 하였으며, 최후 대칭으로 12mm 강판을 보강하였다. 또한, 하부의 H형강은 실험실 바닥에 6개의 Bolt로 고정하였다.

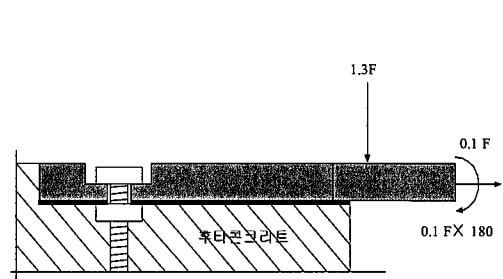


Fig. 9 집중하중과 우력으로 치환

또한 교축 직각방향에 대하여도 1개를 설치하여, 총 9개와 Steel Strain Gauge를 설치하였다. 실험 결과 교축 직각방향에 설치한 Gauge 측정치와 절대값은 그 값이 Gauge 오차범위 내의 값 정도로 작으므로 결과 고찰에서 제외하였다. 교축방향의 Steel Strain Gauge를 홈부분의 가장자리에 가깝게 설치할 하였으며, 이는 FEM 구조해석 결과 이 부분에 응력이 집중되는 것으로 나타났기 때문이다.

이의 설치 위치는 Fig. 13과 같다. 또한, 압축응력 발생지점의 Strain Gauge는 실험체의 지지조건상 홈니 부분부에 부착할 수 없으므로, 교축방향으로 1cm 떨어진 지점에 부착하였다. Fig. 13에서 좌우적으로 나타낸 것이 안장응력 발생지점의 Steel Strain Gauge 부착 위치이며, 빗금으로 나타낸 것이 압축응력 발생지점의 부착 위치이다. 처짐의 측정을 위한 LVDT는 1개를 설치하였으며, Fig. 13에서 보는 바와 같이 Finger Joint의 중앙 부분에 설치하였다.

5. 유한요소 모델링 및 실험 결과 분석

5.1 실험체 유한요소 모델링

유한요소 모델링에 대한 하중계차 방법은 실험상황과 같도록 하였다. 실제 실험에서는 양쪽 모두의 Finger Joint를 설치해 놓은 상태에서 20kN까지 하중을 가하하였으나, 유한요소 해석에 있어서는, 이 하중을 한쪽의 실측이유감차에만 차한 적용하였다. 하중은 1ton씩 20단계로 나누어 누씩 가하하였다. 실험에서는 Load Cell에 의하여 하중이 재이가 되어 재하되는 하중의 총 등량을 알 수 있지만, 유한요소해석에서는 이 하중을 등분포로 가하하였다. 20ton가 재하될 때의 유한요소 해석에서의 등분포 하중은 -17.6kgf/cm^2 이다.

Fig. 14는 유한요소해석 모델링을 보아주고 있으며, 3차원 20질정의 [isoparametric Solid]요소(질점수 9390개, 요소수 1632개)를 사용하여 모델링하였다.

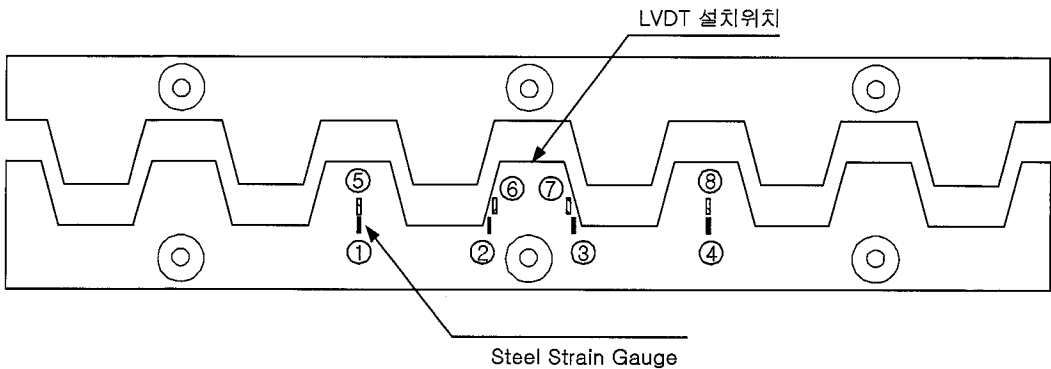


Fig. 13 Steel Strain Gauge 부착위치와 LVDT 설치 위치



Fig. 14 유한요소해석 모델링

구속조건은 Anchor Bolt가 체결되는 상·하부에 3축방향의 변위를 모두 구속하였으며, 후타 콘크리트와 접하는 부분은 2축 방향(중력방향)으로 구속하였다. 후타 콘크리트와 접촉부분은 하중 재하에 따라서 압축을 받는 부분과 인장을 받는 부분이 있다. 압축력을 받는 부분은 중력방향에 대한 구속이 합당하나, 인장부에 대한 구속은 없어야 한다. 따라서, 하중 재하 후 반력 분포를 알아낸 후에, 인장력을 받는 부분에 대한 중력방향 구속을 풀이하였다. 그림의 모델에 대하여 유한요소해석 프로그램인 (DIANA 7.1)을 이용하여 실험시와 같은 하중을 재하하여 변위와 응력에 대한 해석을 수행하였다. 강재의 재료는 탄성계수(E)값으로 $2.0 \times 10^4 \text{ kgf/cm}^2$ 를 사용하였고, Poisson ratio는

0.3을 사용하였으며, 단위중량은 7800 kgf/m^3 를 사용하였다.

유한요소 해석 결과는 3축방향의 인장 및 압축응력과 선단응력, 처짐 및 변형으로 나타난다. 20tonf가 재하되었을 때의 교축방향에 대한 응력 분포와, 최대 응력의 모습을 각각 Fig. 15와 Fig. 16에 보였으며, 처짐의 형상과 최대처짐량 Fig. 17에 보였다. 단위는, 응력의 경우 kgf/cm^2 이고, 처짐의 경우 mm이다. 유한요소 해석 결과 20tonf의 하중이 재하되었을 때, 교축방향으로의 최대 인장응력이 452 kgf/cm^2 이며, 최대 압축응력이 716 kgf/cm^2 인 것으로 나타났다. 중력방향의 최대처짐은 0.335mm인 것으로 나타났다.

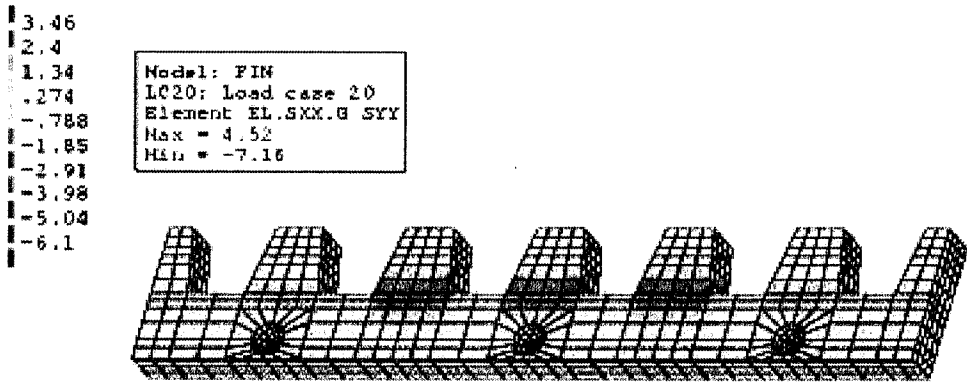


Fig. 15 유한요소 해석결과 20tonf가 재하되었을 때의 인장 및 압축응력 분포

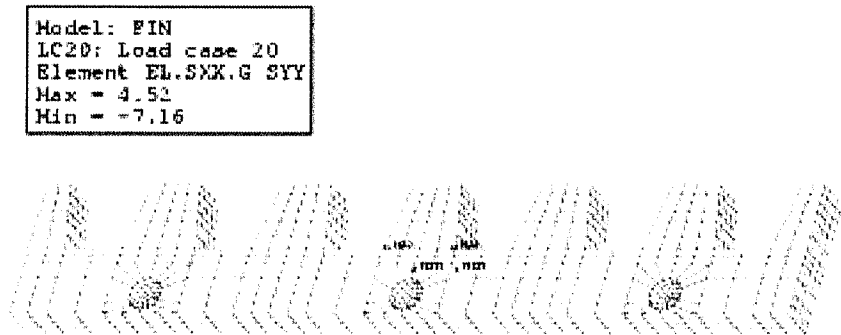


Fig. 16 유한요소 해석결과 20tonf가 재하되었을 때의 최대 인장 및 압축응력

대체로 유한요소해석 결과가 실험에 의한 결과보다 큰 단면력을 보이는 것으로 나타났으며, 이는 실제 단면적수값이 이론에 의한 값보다 대부분 크고, 경계조건이 불명확성과 수치적인 Error 등의 이유로 유한요소 해석이 재료의 강성을 다소 과대 평가하는 경향이 있기 때문이라고 사료된다.

Fig. 19에서는 압축응력에 대한 유한요소해석 결과와 정하중 제하시험에 대해 비교하였다. 안장응력에 대한 결과 비교와 마찬가지로, 압축응력 또한 유한요소해석 결과가 실험에 의한 결과보다 단면력이 큰 것으로 나타났다. 20umf가 제하되었을 때의 실험치와 유한요소해석 결과의 응력값을 Fig. 20에 비교하였다.

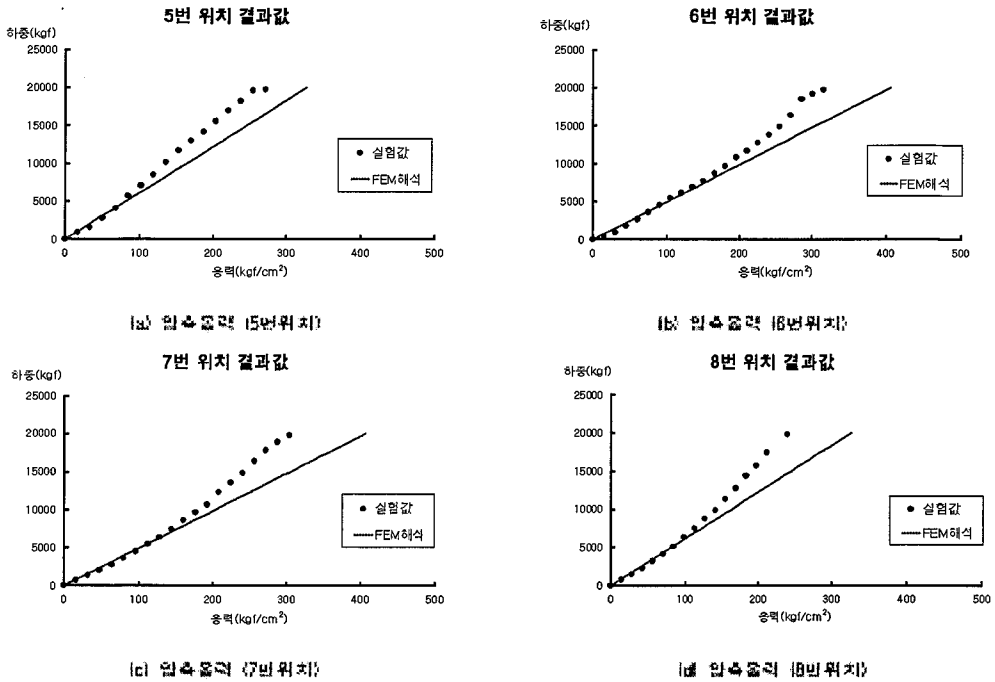


Fig. 19 실험체 위치별 압축응력 비교

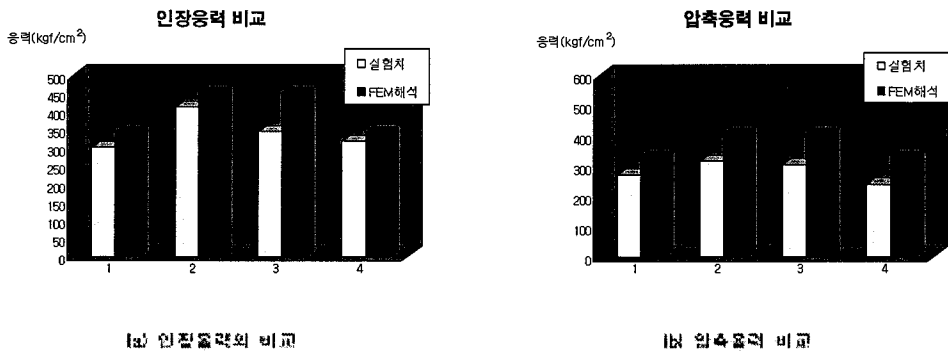


Fig. 20 좌골회골 20umf일 때 실험체의 응력 비교

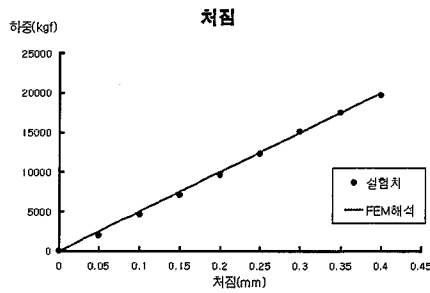


Fig. 21 실험체의 치짐 비교

Fig. 21은 실험과 유한요소 해석에 대한 치짐값을 보여주고 있다. 치짐은 유한요소해석 결과나 실험치가 거의 비슷한 값을 나타내고 있다.

5.3 Finger Joint의 안전성 평가

실험결과를 통하여 유한요소해석에 대한 신뢰성을 확보하였으나, 이를 위하여 적용된 하중은 수직력 뿐이다. 즉, 실제로는 Finger Joint에는 제동하중 또한 큰 영향을 미치므로 DE21하중과 종격하중, 제동하중까지 고려한 유한요소 해석을 통하여 Finger Joint의 안전성을 평가하고자 한다. 따라서 각 하중의 크기는 3절에서 제시한 방법을 이용하여 적용하였으며, 각각의 Finger Joint에 대하여 유한요소해석을 수행한 결과, Fig. 13의 5번과 6번 위치 부근에서 y축방향(자

랑선방향)의 최대 응력이 발생하였다. 이 부근의 각 방향 인장 및 압축응력과 전단응력을 이용하여 수평력을 구하고, 강체의 허용응력과 비교한 것을 Table 5에 보였다.

6. 결론

본 연구는 파손이 잦은 Transflex Joint를 Finger Joint로 교체하기 위하여, Finger Joint의 역학적 특성을 파악하였다. 역학적 특성을 바탕으로 설계방법을 제시하여 요구되는 재원을 결정하고, 실험과 유한요소 해석을 통하여 교체된 Finger Joint의 구조적인 안전성 평가를 수행하였다.

본 연구에서 도출한 결론은 다음과 같다.

- (1) Transflex Joint의 본체를 제거하고 Finger Joint로 교체하여 있어서, 불리적인 공간 확보나 재원의 일차가 가능함을 보였다.
- (2) 수직력(유한요소 해석)과 실험에 의한 결과가 최대하중 20ton를 재하하였을 때, 인장부에서는 7%~23%까지의 차이만 보였으며, 압축부에서는 17%~27%까지의 차이를 보였다. 이는, 유한요소해석에 사용하는 단상계수보다 실제 재료의 단상계수가 다소 높고, 경계조건이 불명확성, 수치적인 Error 등 여러 가지 원인 때문에 유한요소해석

Table 5 각 Finger Joint의 유한요소 해석 (단위 : kg/cm²)

	F135	F145	F150	F170	F170L	F1100	F1100	F1230	F1330
σ_x	407	387	397	439	403	310	302	219	234
σ_y	1082	1053	1008	1151	1121	1178	1103	1036	1181
σ_z	25	20	1	53	30	15	34	1	7
τ_{xy}	497	369	395	216	102	232	214	167	296
τ_{yz}	17	20	45	11	45	7	10	2	6
τ_{zx}	16	16	48	17	22	33	6	46	99
σ_b	1261	1221	1208	1159	1108	1239	1158	1071	1246
허용응력	1400					1300			

이 실험 결과보다 다소 높은 단면력을 보인 것으로 판단된다.

- (4) 실험과 수차적인 해법에 있어서, 하중 재하면적은 물론 때, DB24하중 3.4ton(만음) 이하해야 하지만, 본 실험에서는 20ton까지 재하하였다. 이런 혹한 하중재하에서도 제시된 Finger Joint의 내구성에는 문제가 없었으며, 따라서 Transflex Joint를 제시한 후, 그 공간에 2.2cm에서 제시한 제원의 Finger Joint를 설치하였을 때, 구조적으로 문제가 없음을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 건설교통부, 도로교표준시행지, 1996.
2. 건설교통부, 도로교설계기준, 2000.
3. 김동성, "일본도로용 교방신축이음장치와 구조강도해석," 한국기계연구원, 1998.
4. 송재연, "교방 신축이음장치의 유한요소 모델에 관한 연구," 연세대학교 공학석사학위 논문, 1990.
5. 최석경, "신축이음부에 더 충격을 고려한 교방의 설계엔지니어링," 성균관대학교 공학석사학위 논문, 2000.
6. 한국도로공사, 신축이음장치에 관한 연구, 1993.
7. 한국콘크리트학회, 콘크리트 교방의 신축이음장치 설계 및 시공지침, 1997.
8. 池田肇義, 荒田研一, 野田文孝, "伸縮装置の耐久性に関する調査-研究," 道路橋全量製作物設置シーパルクジョイントWJタイプ-技術レポート, 株式会社 協通システムズ
9. Jaghoory, Shahzaman, "Effects of Various Design Parameters on the Movement of Jointed Concrete Pavements," PhD thesis, University of Cincinnati, 1981.
10. Norman E. Dowling, Mechanical Behavior of Materials, 1999.
11. Ostermann, Michael, Dr.techn, "Stress of Elastically Supported Modular Expansion Joints under Wheel Impact Load," PhD thesis, University Innsbruck (Austria), 1990.
12. Sham, Kwok-Ching, "Endurance Testing of Bridge Deck Expansion Joints," PhD thesis, University of Nottingham (United Kingdom), 1990.
13. Wong, Chung Jerry, "A Finite Element Analysis of Viscoelastic Sealants(Expansion Joint, Polymer, Mechanical)," PhD thesis, University of Cincinnati, 1984.
14. Anthony Esposito, J.Robert Thrower, Machine Design, 1998.

(접수일자 : 2001년 9월 18일)