

콘크리트 궤도용 레일체결장치의 종방향 마찰거동에 대한 통계적 특성

배현웅¹, 박상준², 윤경민², 박범호², 임남형^{2*}

¹충남대학교 건설방재연구소, ²충남대학교 토목공학과

Statistical Characteristics for Longitudinal Friction Behavior of Rail Fastening System for Concrete Track

Hyun-Ung Bae¹, Sang-Jun Park², Kyung-Min Yun², Beom-Ho Park², Nam-Hyoung Lim^{2*}

¹Research Institute for Construction Disaster Prevention, Chungnam National University

²Department of Civil Engineering, Chungnam National University

요약 장대레일 궤도가 철도교량 상에 위치하는 경우, 교량과 궤도의 상호작용에 의해 레일에 발생하는 축력분포가 복잡해지며 부가축력이 발생하여 토노반상 장대레일에 비해 큰 축력이 레일에 발생된다. 이로 인해 교량상에 부설되는 궤도는 교량과의 상호작용 영향을 최소화하여 궤도와 주행열차의 안전성을 추가로 확보하여야 한다. 국내 철도설계지침 및 편람 KR C-08080(궤도-교량 종방향 상호작용 해석)에서는 상호작용의 주요 변수인 레일체결장치의 종방향 저항(마찰거동) 물성치가 유럽기준을 적용하여 특정 수치로 규정되어 있으나, 국내 철도에 적용하기 위해서는 실제 사용되는 체결장치의 성능 특성을 반영한 검토가 필요하다. 본 논문에서는 국내 교량상 콘크리트 궤도에 적용되는 레일체결장치의 마찰거동 실험을 수행하였으며, 이로부터 체결장치의 물성치에 대한 통계적 특성을 분석하였다.

Abstract In the case of CWR (Continuous welded rail) located on the railway bridge, the CWR has additional axial force due to interaction of bridge and track. Therefore, the CWR tracks located on the bridge have to secure the safety of running train and CWR track through mitigating influence for interaction of bridge and track. The railway design guide in Korea (KR C-08080) provides a certain value for property of longitudinal friction behavior of rail fastening system that is major parameter of interaction behavior by applying European codes. However, in order to apply to domestic railway, it is necessary to review property characteristics of the rail fastening system in actual use. In this paper, the experiment for longitudinal friction behavior of rail fastener applied to concrete track on the railway bridge in Korea was carried out, and statistical characteristic for property of the rail fastener was analyzed from the result of the experiment.

Keywords : Concrete track, Longitudinal friction behavior, Rail fastener, Statistical characteristic, Track-bridge interaction

1. 서론

장대레일(Continuous Welded Rail)은 레일이음매 사이를 용접하여 레일 충격 및 소음, 진동, 승차감 향상 등의 면에서 효과가 큰 궤도부설방법이며, 양단부에서 내

측으로 약 100 m 이상 구간을 벗어나면 온도변화에 의한 신축의 영향을 받지 않는 부동구간이 발생하게 된다. 부동구간에서는 자유 신축의 구속으로 인해 레일 길이 방향으로 상당한 축력이 레일 내부에 발생된다. 이러한 부동구간 하부에 교량과 같은 가동 구조물이 위치하는

본 논문은 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원(15RTRP-B067919-03)에 의해 수행되었습니다.

*Corresponding Author : Nam-Hyoung Lim(Chungnam National University)

Tel: +82-42-821-7005 email: nhrim@cnu.ac.kr

Received October 8, 2015

Revised November 5, 2015

Accepted November 6, 2015

Published November 30, 2015

경우 궤도와 교량간의 상호작용에 의해 레일에 발생하는 축력분포가 복잡해지며, 부가축력이 발생하여 토도반상 장대레일에 비해 매우 큰 축력이 레일에 발생된다. 이로 인해 교량상에 부설되는 궤도는 교량과의 상호작용 영향을 최소화하여 궤도와 주행열차의 안전성을 추가로 확보하여야 한다. 궤도-교량 상호작용에 의해 발생하는 축력과 변위 등 각종 물리적인 응답을 제한하기 위해서, 국내에서는 유럽의 설계기준인 UIC 774-3R [1]과 독일의 설계기준인 DS 804 [2]를 적용하여 KR C-08080(궤도-교량 종방향 상호작용 해석) [3]과 KR C-08090(교량단부 콘크리트 궤도 사용성 검토) [4]을 규정하고 적용하고 있다. KR C-08080(궤도-교량 종방향 상호작용 해석)에서는 상호작용의 주요 변수인 레일체결장치의 종방향 저항(마찰거동) 물성치가 특정 수치로 규정되어 있으나 (Fig. 1) 국내 철도에 적용하기 위해서는 실제 사용되는 체결장치의 성능 특성을 반영한 검토가 필요하며, 유럽 기준에서도 설계 시 레일체결장치의 물성치를 실험에 의해 결정하도록 하고 있으며, 특정한 물리적 수치를 제시해주고 있지는 않다[5-7].

본 논문에서는 국내 교량상 콘크리트 궤도에 적용되는 레일체결장치의 종방향 저항력(마찰거동) 실험을 수행하였으며, 이로부터 체결장치의 물성치(탄성한계 저항력과 탄성한계 변위)에 대한 통계적 특성을 분석하였다.

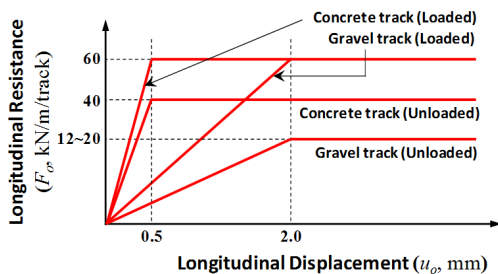


Fig. 1. Property of longitudinal friction behavior of rail fastening system (KR C-08080)

2. 레일체결장치 종방향 마찰거동 시험

2.1 실험방법

레일체결장치의 종방향 저항력(마찰거동) 실험을 위한 장비는 레일/침목/레일체결장치 등 궤도구성품의 응답특성 및 고정된 유압 액추에이터를 이용하여 열차하중

제하상태를 정적 및 동적으로 모사할 수 있는 레일체결장치 다축 피로 시험기(Multi-axial fatigue testing system for rail fastening system)를 사용하였다[Fig. 2]. 실험방법은 종방향으로의 신축거동을 모사하기 위해 레일의 한쪽 단부에 일정한 속도로 종방향력을 가하는 실험인 KRS TR 0014-13R [8]에 의한 방법을 준용하였다. 실험체는 체결장치 1 Set, 레일, 침목을 포함하는 레일지지체로 구성된다. 종방향력과 변위는 시험기 내에 내장된 로드셀의 하중값을 외부 데이터로거를 통해 기록할 수 있으며, 레일 두부에는 종방향 변위를 측정하기 위하여 최대 20 mm stroke LVDT를 설치하여 동일한 시간의 변위를 측정하였다[Fig. 2].



Fig. 2. Longitudinal resistance experimental view for rail fastening system

본 실험에 사용된 레일 체결장치는 현재 고속철도의 콘크리트 궤도에서 적용되고 있는 3가지 형태의 체결장치를 사용하였다.

A-type 체결장치는 볼트체결형식으로 클램프 상단에 접촉된 볼트의 토크(250 ± 25 N·m)에 의해 체결력을 부가하며(Fig. 3-a), B-type 체결장치는 클립체결형식으로 클램프가 고정틀에 끼워짐으로써 체결력이 부가된다(Fig. 3-b). A와 B-type의 체결장치는 일반체결장치로 분류되며, C-type 체결장치는 A-type의 체결력을 저감(RLR, Reduced Longitudinal Resistance)시킨 특수체결장치로 분류된다. C-type 체결장치의 체결방식은 A-type과 동일한 형태이다[Fig. 3-c]. 국내 궤도-교량 종방향 상호작용 설계기준인 KR C-08080 [3]에서 제시하는 종방향 마찰거동은 Fig. 1과 같이 쌍일차 모형으로 단순화되어 사용되고 있으며, 종방향 마찰거동에 대한 특성을 결정짓는 중요한 인자는 Fig. 4와 같이 탄성한계 종저항력 F_o 와 탄성한계 변위 u_o 로 Fig. 1의 값을 사용한다.

본 논문에서는 열차에 의한 수직하중 비재하 시 종방

향 마찰거동 실험과 레일 상에 수직하중 재하 시 종방향 마찰거동 실험을 수행하였다. 열차의 수직하중은 KRC-08080의 열차하중 KRL-2015 [3]를 참고로 하여 40 kN으로 적용하였다.



(a) A-type



(b) B-type



(c) C-type

Fig. 3. Rail fastening system

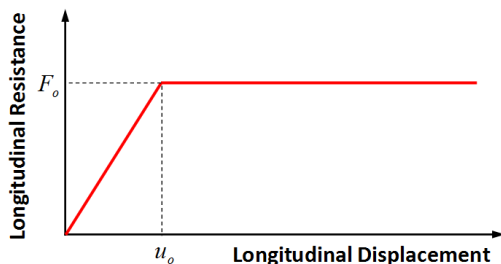


Fig. 4. Bilinear curve of longitudinal friction behavior

2.2 수직하중 비재하

Fig. 5는 A-type 레일 체결장치의 종방향 마찰거동 실험을 통해 도출된 하중-변위 곡선 중에서 일부를 나타낸다. 이 원시데이터(Raw data)에서 탄성한계 종저항력(F_o)과 탄성한계 변위(u_o)를 산정하기 위하여 KRS TR 0014-13R [8]에서 제시한 방법을 적용하였다.

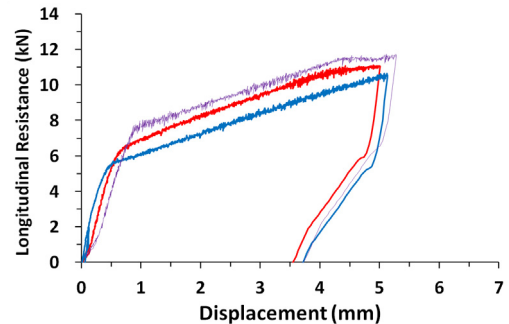


Fig. 5. Raw data of longitudinal friction behavior for A-type fastener

다수의 종방향 마찰거동 실험을 수행한 결과, Fig. 5와 같이 탄성한계 종저항력(F_o)과 탄성한계 변위(u_o)가 특정한 한 개의 값으로 정해지기에는 어려울 정도의 큰 분산을 갖는다. 즉, 재료의 특성이나 체결력의 크기, 그리고 레일 표면상태 등은 불확실성을 내포하고 있기 때문에 종방향 마찰거동을 특정한 한 개의 하중-변위 곡선으로 나타낼 수 없다.

구조물의 설계를 위해서는 재료의 특성이나 하중의 크기가 특정한 값으로 결정되어야 한다. 이러한 공학적 목적으로 확률에 바탕을 둔 설계값(Design value)을 고려한다. 여러 번의 동일한 실험 결과를 분석하거나 자료를 분석하여 재료의 특성이나 하중크기의 평균과 표준편차를 결정할 수 있다. 평균값의 확률적 의미는 그 값보다 작을 확률이 50%, 클 확률이 50%이므로 분산이 큰 재료적 특성을 고려할 경우 설계에 사용하기에는 불확실한 값이다. 설계에 사용되는 값들은 더 큰 확률적 확신이 필요하다. 일반적으로 재료의 특성은 구조물의 저항력에 관련되어 있으므로 평균보다 작은 값을 사용할수록 설계자의 확신이 커질 것이다. 반면에 작용하중의 경우, 평균보다 큰 값을 사용할수록 설계자의 확신이 커질 것이다. 본 실험의 경우 궤도-교량 상호작용에 의한 레일의 부가 축응력 측면에서 탄성한계 종저항력은 가능한 한 크게 고려하여 설계하는 것이 보수적 접근이고, 탄성한계 변

위는 가능한 한 작게 고려하여 설계하는 것이 보수적 접근이다.

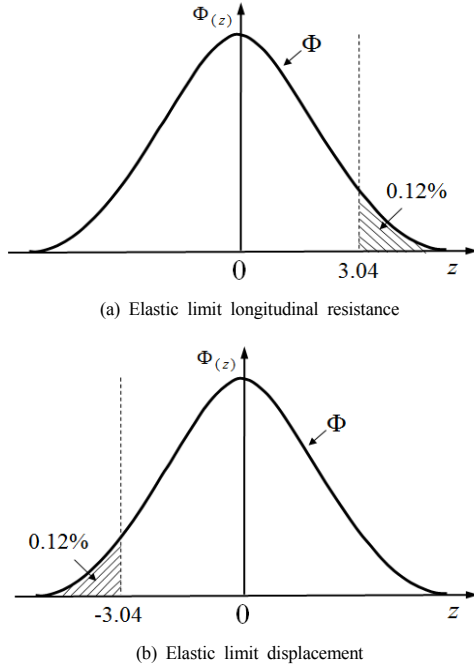


Fig. 6. Probabilistic concept of longitudinal friction behavior

따라서, 본 논문에서는 Fig. 6에서 도식화 한 것과 같이 탄성한계 종저항력은 설계값을 초과할 확률, 즉 설계값보다 실제 종저항력이 클 확률이 0.12%(신뢰도지수 3.04) 이하가 되도록 설계값을 결정하고, 반대로 탄성한계 변위는 설계값 미만이 될 확률이 0.12% 이하가 되도록 설계값을 결정한다. Fig. 6에서 z 는 표준화 변수, Φ 는 표준정규분포의 누적확률분포함수로, 신뢰도지수 (Reliability Index) 3.04는 30개 이상의 실험값을 사용하여 설계값을 결정할 경우 Table 1과 같이 Euro Code-Basis of structural design(EN 1990:2002) [9]에서 제안하는 값이다. Table 1에서 n 은 실험결과 수 또는 실험횟수, V_X 는 변동계수(Coefficient of Variation)로, 특

Table 1. Reliability index of the design value by experiment (EN1990:2002)

	n=1	2	3	4	5	6	8	10	20	30	∞
V_X known	4.36	3.77	3.56	3.44	3.37	3.33	3.27	3.23	3.16	3.13	3.04
V_X unknown	-	-	-	11.40	7.85	6.36	5.07	4.51	3.64	3.44	3.04

정 재료의 통계적 특성(변동계수; 표준편차/평균) 유무에 따라 신뢰도지수를 달리 적용하도록 제시하고 있다.

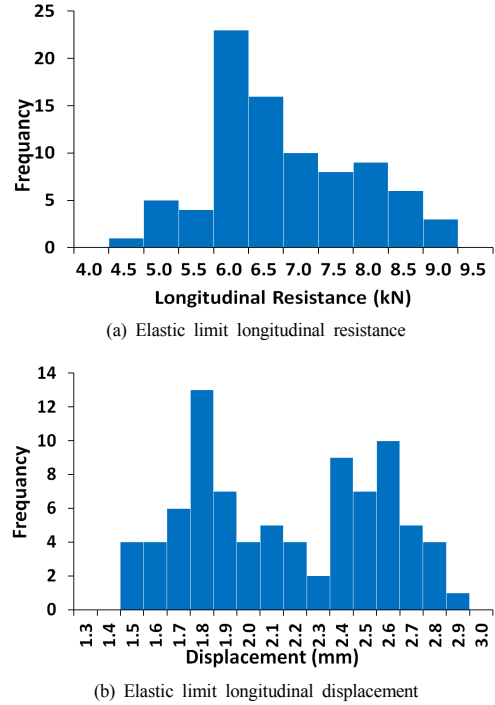


Fig. 7. Histogram of longitudinal friction parameters (A-type fastener)

Table 2. Statistical characteristics (A-type fastener)

Data	n	Average	Standard Deviation	Design Value
Elastic Limit Resistance (kN)	85	6.510	1.046	<u>9.692</u>
Elastic Limit Displacement (mm)	85	2.114	0.398	<u>1.177</u>

Fig. 7은 85회 수행한 A-type 레일체결장치의 종방향 마찰거동 변수들의 히스토그램을 나타낸 것으로, 탄성한계 종저항력은 4~9 kN 범위로 평균 6.51, 표준편차 1.05 kN의 통계적 특성을 갖으며 탄성한계 변위는 1.5~2.9

mm의 범위로 평균 2.11, 표준편차 0.40 mm의 통계적 특성을 갖는다. 이 통계적 특성치를 이용하여 Euro Code [9]에 의해 평가한 설계값은 탄성한계 종저항력 9.70 kN, 탄성한계 변위 1.18 mm로 도출되었다. 이때, 탄성한계 종저항력의 통계적 특성은 평균값을 기준으로 좌우 대칭이 되는 정규분포(Normal Distribution)로 고려하였으며, 탄성한계 변위는 로그정규분포(log-normal Distribution)로 고려하였다. 실험결과와 통계적 특성은 Table 2에 나타내었다. Fig. 1과 같이 KR C-08080 [3]에서 제시하는 일반체결장치의 물성치(침목간격 0.65 m)인 탄성한계 종저항력 13 kN과 탄성한계 변위 0.5 mm는 궤도-교량 상호작용에 의한 레일의 부가축응력 측면에서 보면 본 실험에 의해 도출된 설계값보다 다소 안전측의 값, 즉 상호작용 효과를 보수적으로 평가하게 되는 물성치임을 알 수 있다.

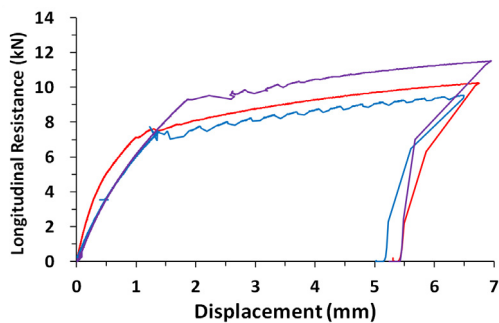
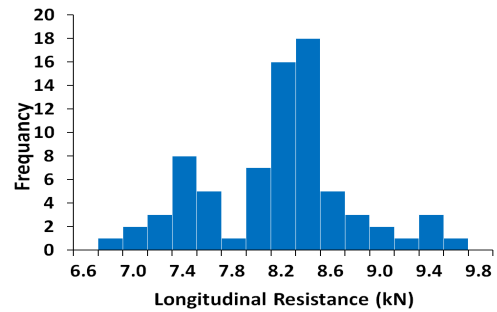
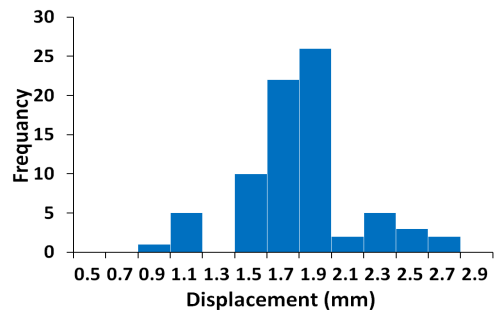


Fig. 8. Raw data of longitudinal friction behavior for B-type fastener

Fig. 8은 B-type 레일체결장치의 종방향 마찰거동 실험을 통해 도출된 하중-변위 곡선 중에서 일부를 나타내며, Fig. 9는 76회 수행한 B-type 레일체결장치의 종방향 마찰거동 변수들의 히스토그램을 나타낸 것이다. 탄성한계 종저항력은 6~10 kN 범위로 평균 8.06, 표준편차 0.60 kN의 통계적 특성을 갖으며 탄성한계 변위는 0.8~2.8 mm의 범위로 평균 1.70, 표준편차 0.35 mm의 통계적 특성을 갖는다. A-type 체결장치와 비교하여 종방향 저항력은 다소 크게 나타났으며, 변위는 다소 작게 나타났다. 이는 Fig. 3에서 볼 수 있듯이 체결방식 및 레일저부 표면과 체결장치의 클램프 간의 접촉형태 차이, 절연블록 형태의 차이 등에 기인한 것으로 추정되며 레일체결장치 종류에 따른 종방향 마찰거동의 차이는 지속적인 연구를 통해 추가적인 분석이 필요한 것으로 판단된다.



(a) Elastic limit longitudinal resistance



(b) Elastic limit longitudinal displacement

Fig. 9. Histogram of longitudinal friction parameters (B-type fastener)

B-type 체결장치의 통계적 특성치를 이용하여 Euro Code [9]에 의해 평가한 설계값은 탄성한계 종저항력 9.90 kN, 탄성한계 변위 0.89 mm로 도출되었다(Table 3).

Table 3. Statistical characteristics (B-type fastener)

Data	n	Average	Standard Deviation	Design Value
Elastic Limit Resistance (kN)	76	8.058	0.592	<u>9.861</u>
Elastic Limit Displacement (mm)	76	1.693	0.352	<u>0.887</u>

Fig. 10은 C-type 레일체결장치의 종방향 마찰거동 실험을 통해 도출된 하중-변위 곡선 중에서 일부를 나타내며, Fig. 11은 165회 수행한 C-type 레일체결장치의 종방향 마찰거동 변수들의 히스토그램을 나타낸 것이다. 탄성한계 종저항력은 3~8 kN 범위로 평균 4.92, 표준편차 0.76 kN의 통계적 특성을 갖으며 탄성한계 변위는 0.3~2.2 mm의 범위로 평균 1.10, 표준편차 0.25 mm의 통계적 특성을 갖는다.

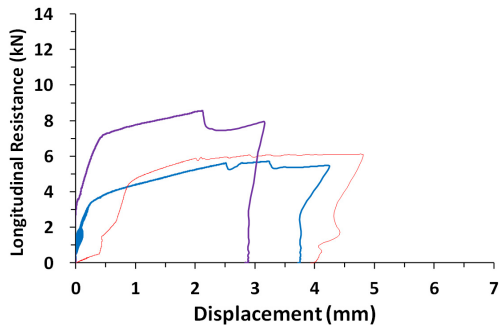
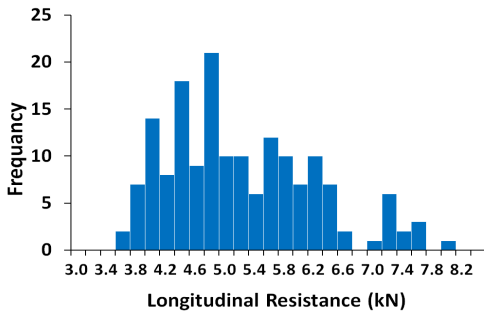
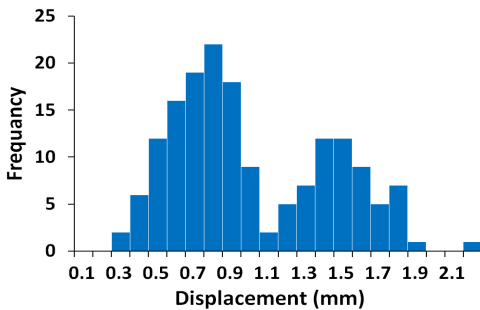


Fig. 10. Raw data of longitudinal friction behavior for C-type fastener

C-type 체결장치의 통계적 특성치를 이용하여 Euro Code [9]에 의해 평가한 설계값은 탄성한계 종저항력 7.23 kN, 탄성한계 변위 0.55 mm로 도출되었다[Table 4]. 특수체결장치인 C-type의 탄성한계 종저항력과 탄성한계 변위는 모두 일반체결장치인 A, B-type 보다 작은 것으로 평가되었다.



(a) Elastic limit longitudinal resistance



(a) Elastic limit longitudinal resistance

Fig. 11. Histogram of longitudinal friction parameters (C-type fastener)

Table 4. Statistical characteristics (C-type fastener)

Data	n	Average	Standard Deviation	Design Value
Elastic Limit Resistance (kN)	165	4.920	0.759	7.229
Elastic Limit Displacement (mm)	165	1.102	0.246	0.550

2.3 수직하중 재하

수직하중(40 kN) 재하에 따른 종방향 마찰거동 실험은 B-type 체결장치와 C-type 체결장치를 이용하여 B-type 체결장치는 4회, C-type 체결장치는 14회 수행하였다. Fig. 12와 13은 각각 B와 C-type 체결장치의 수직하중 비재하시의 종방향 저항력과 재하 시와 재하시의 종방향 하중-변위 곡선의 대표적인 한 경우이다. 수직하중이 증가함에 따라 탄성한계 종저항력 및 탄성한계 변위가 증가되는 양상으로 나타났다.

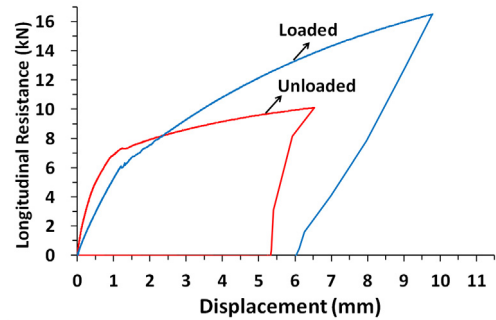


Fig. 12. Raw data of longitudinal friction behavior according to vertical load (B-type fastener)

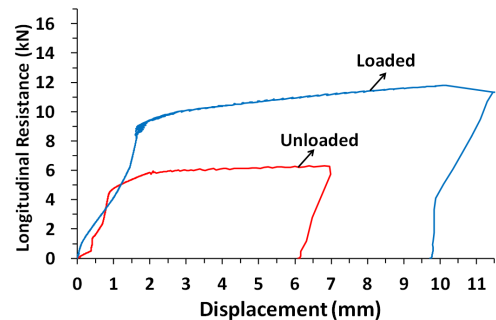


Fig. 13. Raw data of longitudinal friction behavior according to vertical load (C-type fastener)

수직하중 효과가 반영된 B-type 체결장치와 C-type 체결장치의 통계적 특성치와 Euro Code [9]에 의해 평가한 설계값은 Table 5, 6에 제시되었다.

Table 5. Statistical characteristics considering vertical load (B-type fastener)

Data	n	Average	Standard Deviation	Design Value
Elastic Limit Resistance (kN)	4	11.221	1.196	15.336
Elastic Limit Displacement (mm)	4	4.553	0.516	2.776

Table 6. Statistical characteristics for vertical load (C-type fastener)

Data	n	Average	Standard Deviation	Design Value
Elastic Limit Resistance (kN)	14	10.342	0.765	12.974
Elastic Limit Displacement (mm)	14	2.330	0.472	0.705

수직하중에 따른 종방향 저항력은 마찰력 특성과 관련된 사항으로 Eq. 1과 같은 관계로 나타낼 수 있다.

$$F = F_o + \alpha N \quad (\text{Eq. 1})$$

여기서, F 는 수직하중 재하시 체결장치의 종방향 저항력, F_o 는 수직하중 비재하시 체결장치의 종방향 저항력, α 는 관계계수, N 은 수직하중을 나타낸다.

Table 7과 8에 각각 B와 C-type 체결장치의 수직하중 비재하 및 재하에 따른 Eq. 1의 관계 수치를 제시하였다. B-type 체결장치의 관계계수 α 는 0.137이며 C-type 체결장치는 0.144로 B-type의 경우와 유사하게 평가되었다. Fig. 1과 같이 KR C-08080 [3]에서 제시하는 수직하중 재하시의 탄성한계 종저항력(침묵간격 0.65 m)은 19.5 kN으로 실험결과보다 큼을 알 수 있다. 이 결과는 실험횟수가 다소 부족하여 추가적인 실험에 의한 데이터의 신뢰성 부여가 필요하다.

Table 7. Longitudinal friction relationship for vertical load (B-type fastener)

N	F	F_o	α
40 kN	15.336 kN	9.861 kN	0.137

Table 8. Longitudinal friction relationship for vertical load (C-type fastener)

N	F	F_o	α
40 kN	12.973 kN	7.229 kN	0.144

3. 결론

본 논문은 기존의 궤도-교량 종방향 상호작용 해석을 개선하기 위한 연구로서, 국내 콘크리트 궤도에 적용되고 있는 레일체결장치의 종방향 마찰거동 실험을 수행하였다. 이로부터 체결장치의 마찰 물성치에 대한 통계적 특성을 분석하였으며 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1) 다수의 레일체결장치 종방향 저항력 실험을 통해 물성치가 큰 분산을 가짐을 확인하였으며, 이는 설계를 위한 하나의 특정한 값으로 결정짓기가 어려우므로 체결장치의 실제적인 변동 특성이 반영된 통계적 접근을 적용시킨 설계값을 제안하였다.

2) 국내 기준에서 제시하고 있는 체결장치의 탄성한계 종방향 저항력 및 변위는 궤도-교량 상호작용에 의한 레일의 부가축응력을 보수적으로 평가하고 있다.

3) 차량 수직하중 재하에 따른 탄성한계 종저항력 산정식을 Eq. 1과 같이 제안하였다.

4) 차후 본 연구결과와 지속적인 실험데이터 축적을 통해 통계적 특성에 신뢰성을 부여할 수 있으며, 다양한 체결장치 및 열차의 수직하중이 고려된 실험결과를 활용하여 궤도-교량 상호작용 설계 시 반영되는 합리적인 물성치를 제공하는 데 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

References

- [1] International Union of Railways, "Track-bridge interaction recommendations for calculations", UIC Code 774-3R, 2001.
- [2] Eisenbahnvorschrift, "Bridge deck ends: Check for serviceability limit state of superstructure", pp. 1-20, Regulation for Railway Bridges and Other Civil Constructions, German code for bridge design, App.29(Para. 270A), DS 804, 2000.
- [3] Korea Rail Network Authority, "Railway design guidelines and handbooks: Track-bridge longitudinal interaction analysis", KR C-08080, 2012.
- [4] Korea Rail Network Authority, "Railway design guidelines and handbooks: Bridge concrete track ends usability review", KR C-08090, 2012.
- [5] Jeon, B. H., Sung, I. M., Jee, G. H., Lim, N. H. "Characteristic of the longitudinal resistance of rail fastener considering the temperature load and vehicle load", Spring Conference of the Korean Society for Railway, pp. 1497-1500, 2014.
- [6] Jeon, B. H., Bae, H. U., Kim, E., Lim, N. H. "Longitudinal behavior characteristic of rail fastener

according to train vertical load", Proceedings of the Autumn Conference of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, pp. 54-56, 2014.

- [7] Bae, H. U., Park, S. J., Choi, S. H., Kim, A. R., Kim, K. W., Lim, N. H. "Statistical Characteristics of Longitudinal Friction Behavior on Rail Fastening System", Spring Conference of the Korean Society for Railway, pp. 1341-1345, 2015.
- [8] Korean Railway Standards (KRS), "Rail fastening system", KRS TR 0014-13R, Korea Railroad Research Institute, 2013.
- [9] European Committee for Standardization (CEN) "Eurocode : Basis of structural design", BS EN 1990:2002, 2005.

윤 경 민(Kyung-Min Yun)

[정회원]



- 2009년 2월 : 충남대학교 토목공학과 (공학사)
- 2012년 2월 : 충남대학교 대학원 토목공학과 (공학석사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 충남대학교 대학원 토목공학과 박사과정

<관심분야>

구조공학, 궤도공학

배 현 응(Hyun-Ung Bae)

[정회원]



- 2009년 2월 : 충남대학교 토목공학과 (공학사)
- 2011년 2월 : 충남대학교 대학원 토목공학과 (공학석사)
- 2015년 8월 : 충남대학교 대학원 토목공학과 (공학박사)
- 2015년 9월 ~ 현재 : 충남대학교 건설방재연구소 박사후연구원

<관심분야>

구조공학, 궤도공학

박 범 호(Beom-Ho Park)

[정회원]



- 2008년 2월 : 충남대학교 토목공학과 (공학사)
- 2010년 2월 : 충남대학교 대학원 토목공학과 (공학석사)
- 2011년 4월 ~ 2015년 5월 : ㈜코네스코퍼레이션 구조팀 대리
- 2015년 6월 ~ 현재 : 충남대학교 대학원 토목공학과 박사과정

<관심분야>

구조공학, 내진공학, 궤도공학

박 상 준(Sang-Jun Park)

[준회원]



- 2013년 2월 : 한밭대학교 토목공학과 (공학사)
- 2015년 3월 ~ 현재 : 충남대학교 대학원 토목공학과 석사과정

<관심분야>

구조공학, 궤도공학

임 남 형(Nam-Hyoung Lim)

[종신회원]



- 1996년 2월 : 고려대학교 대학원 토목환경공학과 (공학석사)
- 2001년 8월 : 고려대학교 대학원 토목환경공학과 (공학박사)
- 2003년 7월 ~ 2005년 3월 : 한국철도기술연구원 선임연구원
- 2005년 4월 ~ 현재 : 충남대학교 토목공학과 교수

<관심분야>

구조공학, 강구조, 궤도공학