

차세대 고속열차 시험평가 프로세스에 관한 연구

이태형^{1*} 김상수¹ 김석원¹ 김기환² 정홍채³

¹한국철도기술연구원 차세대고속철도기술개발사업단, 의왕시

²한국철도기술연구원 고속철도연구본부, 의왕시

³한국철도기술연구원 고속철도인프라시스템연구단, 의왕시

A high-speed railway system represents a typical example of large-scale multi-disciplinary system, consisting of subsystems such as rolling-stock, electrical hardware, electronics, control, information, communication, civil technology etc. The system design and acquisition data of the large-scale system must be the subject under strict configuration control and management. Systems engineering technology development project for Korea next generation High-speed Electric Multiple Unit (HEMU) system in progress is a national large system development project that is not only a large-size and complex but also multi-disciplinary in nature. Therefore, all stakeholders must understand and share the functional and performance requirements of HEMU throughout its life-cycle phases. Also in the test and evaluation phase, all systems requirements must be verified. In 2011, the prototype train manufacturing will be completed. It will do test run on the commercial line and all systems requirements are verified until 2012. For the system verification, the test and evaluation process have to be established before the test trial run. Using a systems engineering tool, the system design database(SDD) with requirements traceability and development process management in the course of the development have to be established. This paper represents the test and evaluation process development based on the SEMP(Systems Engineering Management Plan) developed in the design stage. The test and evaluation process is refined and updated in comparison to the design stage one. The test and evaluation process consists of procedure, test and evaluation method and schedule. So through this process, it is defined that each systems requirements is verified on which test and about what time.

Keywords : High-speed railway, Test and Evaluation, Verification Requirements, Traceability

1. 서 론

정부는 국내외 고속철도 시장의 능동적 대응과 지속 가능한 고속철도 기술 경쟁력을 확보하기 위해 차세대 고속철도 기술개발사업을 2007년부터 착수하였다[2]. 차세대 고속철도 기술개발사업의 목표는 최고시험속도 400km/h 이상, 운행속도

370km/h 성능을 갖는 동력분산형 고속열차를 2012년 까지 개발하는 것이다[3]. 고속철도 시스템은 차량, 기계부품, 전기, 전자, 제어, 정보통신, 토목기술 등이 종합적으로 적용되는 대형 복합시스템의 하나로서 체계적인 시스템 엔지니어

* 교신저자 : thlee@krri.re.kr

링이 수행되어야 하는 전형적인 예이다. 사업의 성공을 위해서는 사업에 참여하는 연구진이 통일되고 일관된 개발을 하기 위한 프로세스, 방법, 기술, 환경이 갖추어져야 한다. 이중에서도 시험 평가 프로세스는 개발한 시스템이 당초 목표로 한 시스템요구사항을 만족하는지 여부를 결정하는 중요한 프로세스이다. 차세대 고속철도기술개발사업은 현재 시험평가 프로세스 단계에 있으며 사업초기에 구축한 SE 전산체계에 따라 진행한 상세설계 내용에 따라 부품 및 구성품을 제작하고 시험평가를 진행하고 있다.

본 논문에서는 차세대 고속열차 개발을 위해 수립한 시험평가 프로세스에 대해 기술한다. 시스템요구사항과 검증요구사항을 중심으로 개발한 시험항목 도출, 시험조건, 시험기준에 대한 상세한 내용을 제시하고 현재까지 수행한 시험결과를 정리하였다. 아울러 시험계획 등 종합적인 시험 평가 프로세스에 대해 기술한다.

2. 시험평가 프로세스

시험평가 프로세스는 시스템엔지니어링 관리계획에서 제시한 기술개발 프로세스 중 하나이며 아래에서 자세하게 설명한다.

2.1 개요

시험평가 프로세스(3)는 도표 1과 같이 시스템 설계 구현(1)을 통해 제작한 하부시스템을 시스템통합 프로세스(2)를 통해 조합한 후에 수행하는 프로세스이다. 이후 시스템 배치 프로세스(4)를 통해 운영환경으로 이전한다[4, 5, 6].

상세하게 살펴보면 시스템설계 구현 프로세스 (1) 내부에는 구성품/ 부품에 대한 시험평가를 포함하고 있고, 시험평가 프로세스(3)는 시스템을 대상으로 하고 있다. 즉, 도표 2와 같이 구성품/ 부품 설명서에 따라 제작한 구성품/부품은 구성품/부품 시험절차서에 따라 시험평가를 수행하여 기능과 성능의 만족여부를 확인한다. 이후 구성품/부품을 조립하여 차량시스템을 완성하게 되며 공장시험절차서를 토대로 기능과 성능의 만족여부를 확인하는 시험평가를 수행하게 된다. 최종적

으로 본선시운전시험절차서를 기반으로 시스템의 기능과 성능을 확인하는 시험평가를 수행한다.

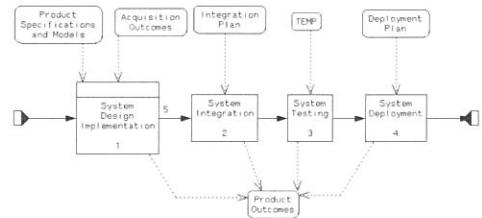


도표 1. 시험평가 프로세스

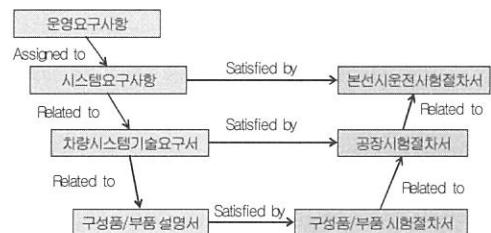


도표 2. 시험평가 체계

SubSys_Como_Query		8.4 (A)	
Type:	NOTE	문서번호:	2101-1-T-O-0055
Subtype:	SUBSYSTEM_COM	Name:	동복대차용_거죽 부품 설명서
Draft:	A	Author:	MANAGER
Version:		Created:	16/04/10
Owner:	MANAGER	Security:	UNCLASSIFIED
Modifier:	MANAGER	Baseline:	
Modifed:	29/06/11	Status:	
설도공사승인여부:	ACCEPTED	설도연승인여부:	ACCEPTED
설도공사승인일:	2010-04-09	설도연승인일:	2010-04-12
개별기한			
현대화일			
담당자			
정훈			
주요 성능 및 제원			
2.1 차량고장 2.1.1 축중: 14톤 2.1.2 최고 운행 속도: 350km/h 2.1.3 차체 길이: 14000mm 2.1.4 차체 폭: 3000mm 2.2 동복대차용 차체사양 2.2.1 단면: 중공호 2.2.2 병주: 0131261_법주1 2.2.3 강도색상: EN13104 2.2.4 기능: 차축디스크 및 흘러배어링 인터페이스 결합			

도표 3. 구성품/부품설명서 세부 내용

2.2 구성품 /부품 시험평가

구성품/부품 시험평가를 수행하기 위한 기준문서인 구성품/부품 설명서는 도표 3과 같으며, 시스템개발 단계에 따라 상위문서인 차량시스템 기술요구서를 기반으로 개발되었다. 차량시스템 기술요구서는 498개의 요구사항으로 구성되어 있으며, 이와 추적성이 부여된 구성품/부품 설명서는 모두 129개 파일이다[7]. 도표 4는 구성품/부품설명서 중 동력대차용 차축 부품설명서로서 그 세부내용을 표시한 것이다. 또한 구성품/부품 설명서와 추적성이 부여된 구성품/부품시험절차서는 72개이다. 구성품/부품 설명서보다 시험절차서 숫자가 작은 이유는 구성품/부품설명서 자체가 시험절차서 역할을 하는 것이 있기 때문이다.

현재 구성품/부품 시험평가가 진행되고 있다.

2.3 공장 시험평가

구성품/부품시험을 완료한 후 시험절차를 조립한 상태에서 수행하는 시험이 공장시험이다. 공장시험은 단차 또는 편성 상태로 시험을 수행하는 것이기 때문에 기준문서는 차량시스템기술요구서와 차량제어설명서이다. 현재 공장시험항목은 외관구조검사 등 70개 항목으로 구성되어 있으며 이는 다시 단차와 편성으로 구분되어 있다. 단차상태에서 시험하는 항목은 15개 항목이며 편성상태에서 시험하는 항목은 55개이다.

2.4 본선시운전 시험평가

본선시운전시험은 공장시험을 종료한 후 본선에서 수행하는 시스템 시험평가 항목이다. 대부분은 도표 5와 같이 차량운용성능시험, 차량시스템 기술개발 검증시험(고속성능시험, 안전성모니터링시험), 시스템 인터페이스시험, 개발품 성능확인시험, 차량개선효과시험으로 6가지이다.

번호	문서명	설명서 내용	첨도공사 용인 실태
		key	
1	2101-1-B-0-0002	열구자석 둘기전용기 구성을 설명서	1. 설치 : 3상 열구자석 둘기 전용기 2. 용수 : 4kg 3. 전원 : 400V, 2150V, 142A 4. 주파수 : 50Hz 5. 힘 : 4t 6. 용량 : 100W 7. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 8. 주파수 : 50Hz 9. 힘 : 4t 10. 용량 : 100W 11. 주파수 : 50Hz 12. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 13. 힘 : 4t 14. 용량 : 100W 15. 주파수 : 50Hz 16. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 17. 힘 : 4t 18. 용량 : 100W 19. 주파수 : 50Hz 20. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 21. 힘 : 4t 22. 용량 : 100W 23. 주파수 : 50Hz 24. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 25. 힘 : 4t 26. 용량 : 100W 27. 주파수 : 50Hz 28. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 29. 힘 : 4t 30. 용량 : 100W 31. 주파수 : 50Hz 32. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 33. 힘 : 4t 34. 용량 : 100W 35. 주파수 : 50Hz 36. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 37. 힘 : 4t 38. 용량 : 100W 39. 주파수 : 50Hz 40. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 41. 힘 : 4t 42. 용량 : 100W 43. 주파수 : 50Hz 44. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 45. 힘 : 4t 46. 용량 : 100W 47. 주파수 : 50Hz 48. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 49. 힘 : 4t 50. 용량 : 100W 51. 주파수 : 50Hz 52. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 53. 힘 : 4t 54. 용량 : 100W 55. 주파수 : 50Hz 56. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 57. 힘 : 4t 58. 용량 : 100W 59. 주파수 : 50Hz 60. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 61. 힘 : 4t 62. 용량 : 100W 63. 주파수 : 50Hz 64. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 65. 힘 : 4t 66. 용량 : 100W 67. 주파수 : 50Hz 68. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 69. 힘 : 4t 70. 용량 : 100W 71. 주파수 : 50Hz 72. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 73. 힘 : 4t 74. 용량 : 100W 75. 주파수 : 50Hz 76. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 77. 힘 : 4t 78. 용량 : 100W 79. 주파수 : 50Hz 80. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 81. 힘 : 4t 82. 용량 : 100W 83. 주파수 : 50Hz 84. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 85. 힘 : 4t 86. 용량 : 100W 87. 주파수 : 50Hz 88. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 89. 힘 : 4t 90. 용량 : 100W 91. 주파수 : 50Hz 92. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 93. 힘 : 4t 94. 용량 : 100W 95. 주파수 : 50Hz 96. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 97. 힘 : 4t 98. 용량 : 100W 99. 주파수 : 50Hz 100. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 101. 힘 : 4t 102. 용량 : 100W 103. 주파수 : 50Hz 104. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 105. 힘 : 4t 106. 용량 : 100W 107. 주파수 : 50Hz 108. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 109. 힘 : 4t 110. 용량 : 100W 111. 주파수 : 50Hz 112. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 113. 힘 : 4t 114. 용량 : 100W 115. 주파수 : 50Hz 116. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 117. 힘 : 4t 118. 용량 : 100W 119. 주파수 : 50Hz 120. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 121. 힘 : 4t 122. 용량 : 100W 123. 주파수 : 50Hz 124. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 125. 힘 : 4t 126. 용량 : 100W 127. 주파수 : 50Hz 128. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 129. 힘 : 4t 130. 용량 : 100W 131. 주파수 : 50Hz 132. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 133. 힘 : 4t 134. 용량 : 100W 135. 주파수 : 50Hz 136. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 137. 힘 : 4t 138. 용량 : 100W 139. 주파수 : 50Hz 140. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 141. 힘 : 4t 142. 용량 : 100W 143. 주파수 : 50Hz 144. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 145. 힘 : 4t 146. 용량 : 100W 147. 주파수 : 50Hz 148. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 149. 힘 : 4t 150. 용량 : 100W 151. 주파수 : 50Hz 152. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 153. 힘 : 4t 154. 용량 : 100W 155. 주파수 : 50Hz 156. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 157. 힘 : 4t 158. 용량 : 100W 159. 주파수 : 50Hz 160. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 161. 힘 : 4t 162. 용량 : 100W 163. 주파수 : 50Hz 164. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 165. 힘 : 4t 166. 용량 : 100W 167. 주파수 : 50Hz 168. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 169. 힘 : 4t 170. 용량 : 100W 171. 주파수 : 50Hz 172. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 173. 힘 : 4t 174. 용량 : 100W 175. 주파수 : 50Hz 176. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 177. 힘 : 4t 178. 용량 : 100W 179. 주파수 : 50Hz 180. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 181. 힘 : 4t 182. 용량 : 100W 183. 주파수 : 50Hz 184. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 185. 힘 : 4t 186. 용량 : 100W 187. 주파수 : 50Hz 188. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 189. 힘 : 4t 190. 용량 : 100W 191. 주파수 : 50Hz 192. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 193. 힘 : 4t 194. 용량 : 100W 195. 주파수 : 50Hz 196. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 197. 힘 : 4t 198. 용량 : 100W 199. 주파수 : 50Hz 200. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 201. 힘 : 4t 202. 용량 : 100W 203. 주파수 : 50Hz 204. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 205. 힘 : 4t 206. 용량 : 100W 207. 주파수 : 50Hz 208. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 209. 힘 : 4t 210. 용량 : 100W 211. 주파수 : 50Hz 212. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 213. 힘 : 4t 214. 용량 : 100W 215. 주파수 : 50Hz 216. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 217. 힘 : 4t 218. 용량 : 100W 219. 주파수 : 50Hz 220. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 221. 힘 : 4t 222. 용량 : 100W 223. 주파수 : 50Hz 224. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 225. 힘 : 4t 226. 용량 : 100W 227. 주파수 : 50Hz 228. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 229. 힘 : 4t 230. 용량 : 100W 231. 주파수 : 50Hz 232. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 233. 힘 : 4t 234. 용량 : 100W 235. 주파수 : 50Hz 236. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 237. 힘 : 4t 238. 용량 : 100W 239. 주파수 : 50Hz 240. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 241. 힘 : 4t 242. 용량 : 100W 243. 주파수 : 50Hz 244. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 245. 힘 : 4t 246. 용량 : 100W 247. 주파수 : 50Hz 248. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 249. 힘 : 4t 250. 용량 : 100W 251. 주파수 : 50Hz 252. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 253. 힘 : 4t 254. 용량 : 100W 255. 주파수 : 50Hz 256. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 257. 힘 : 4t 258. 용량 : 100W 259. 주파수 : 50Hz 260. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 261. 힘 : 4t 262. 용량 : 100W 263. 주파수 : 50Hz 264. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 265. 힘 : 4t 266. 용량 : 100W 267. 주파수 : 50Hz 268. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 269. 힘 : 4t 270. 용량 : 100W 271. 주파수 : 50Hz 272. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 273. 힘 : 4t 274. 용량 : 100W 275. 주파수 : 50Hz 276. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 277. 힘 : 4t 278. 용량 : 100W 279. 주파수 : 50Hz 280. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 281. 힘 : 4t 282. 용량 : 100W 283. 주파수 : 50Hz 284. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 285. 힘 : 4t 286. 용량 : 100W 287. 주파수 : 50Hz 288. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 289. 힘 : 4t 290. 용량 : 100W 291. 주파수 : 50Hz 292. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 293. 힘 : 4t 294. 용량 : 100W 295. 주파수 : 50Hz 296. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 297. 힘 : 4t 298. 용량 : 100W 299. 주파수 : 50Hz 300. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 301. 힘 : 4t 302. 용량 : 100W 303. 주파수 : 50Hz 304. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 305. 힘 : 4t 306. 용량 : 100W 307. 주파수 : 50Hz 308. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 309. 힘 : 4t 310. 용량 : 100W 311. 주파수 : 50Hz 312. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 313. 힘 : 4t 314. 용량 : 100W 315. 주파수 : 50Hz 316. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 317. 힘 : 4t 318. 용량 : 100W 319. 주파수 : 50Hz 320. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 321. 힘 : 4t 322. 용량 : 100W 323. 주파수 : 50Hz 324. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 325. 힘 : 4t 326. 용량 : 100W 327. 주파수 : 50Hz 328. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 329. 힘 : 4t 330. 용량 : 100W 331. 주파수 : 50Hz 332. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 333. 힘 : 4t 334. 용량 : 100W 335. 주파수 : 50Hz 336. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 337. 힘 : 4t 338. 용량 : 100W 339. 주파수 : 50Hz 340. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 341. 힘 : 4t 342. 용량 : 100W 343. 주파수 : 50Hz 344. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 345. 힘 : 4t 346. 용량 : 100W 347. 주파수 : 50Hz 348. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 349. 힘 : 4t 350. 용량 : 100W 351. 주파수 : 50Hz 352. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 353. 힘 : 4t 354. 용량 : 100W 355. 주파수 : 50Hz 356. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 357. 힘 : 4t 358. 용량 : 100W 359. 주파수 : 50Hz 360. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 361. 힘 : 4t 362. 용량 : 100W 363. 주파수 : 50Hz 364. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 365. 힘 : 4t 366. 용량 : 100W 367. 주파수 : 50Hz 368. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 369. 힘 : 4t 370. 용량 : 100W 371. 주파수 : 50Hz 372. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 373. 힘 : 4t 374. 용량 : 100W 375. 주파수 : 50Hz 376. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 377. 힘 : 4t 378. 용량 : 100W 379. 주파수 : 50Hz 380. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 381. 힘 : 4t 382. 용량 : 100W 383. 주파수 : 50Hz 384. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 385. 힘 : 4t 386. 용량 : 100W 387. 주파수 : 50Hz 388. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 389. 힘 : 4t 390. 용량 : 100W 391. 주파수 : 50Hz 392. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 393. 힘 : 4t 394. 용량 : 100W 395. 주파수 : 50Hz 396. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 397. 힘 : 4t 398. 용량 : 100W 399. 주파수 : 50Hz 400. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 401. 힘 : 4t 402. 용량 : 100W 403. 주파수 : 50Hz 404. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 405. 힘 : 4t 406. 용량 : 100W 407. 주파수 : 50Hz 408. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 409. 힘 : 4t 410. 용량 : 100W 411. 주파수 : 50Hz 412. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 413. 힘 : 4t 414. 용량 : 100W 415. 주파수 : 50Hz 416. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 417. 힘 : 4t 418. 용량 : 100W 419. 주파수 : 50Hz 420. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 421. 힘 : 4t 422. 용량 : 100W 423. 주파수 : 50Hz 424. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 425. 힘 : 4t 426. 용량 : 100W 427. 주파수 : 50Hz 428. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 429. 힘 : 4t 430. 용량 : 100W 431. 주파수 : 50Hz 432. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 433. 힘 : 4t 434. 용량 : 100W 435. 주파수 : 50Hz 436. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 437. 힘 : 4t 438. 용량 : 100W 439. 주파수 : 50Hz 440. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 441. 힘 : 4t 442. 용량 : 100W 443. 주파수 : 50Hz 444. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 445. 힘 : 4t 446. 용량 : 100W 447. 주파수 : 50Hz 448. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 449. 힘 : 4t 450. 용량 : 100W 451. 주파수 : 50Hz 452. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 453. 힘 : 4t 454. 용량 : 100W 455. 주파수 : 50Hz 456. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 457. 힘 : 4t 458. 용량 : 100W 459. 주파수 : 50Hz 460. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 461. 힘 : 4t 462. 용량 : 100W 463. 주파수 : 50Hz 464. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 465. 힘 : 4t 466. 용량 : 100W 467. 주파수 : 50Hz 468. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 469. 힘 : 4t 470. 용량 : 100W 471. 주파수 : 50Hz 472. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 473. 힘 : 4t 474. 용량 : 100W 475. 주파수 : 50Hz 476. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 477. 힘 : 4t 478. 용량 : 100W 479. 주파수 : 50Hz 480. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 481. 힘 : 4t 482. 용량 : 100W 483. 주파수 : 50Hz 484. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 485. 힘 : 4t 486. 용량 : 100W 487. 주파수 : 50Hz 488. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 489. 힘 : 4t 490. 용량 : 100W 491. 주파수 : 50Hz 492. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 493. 힘 : 4t 494. 용량 : 100W 495. 주파수 : 50Hz 496. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 497. 힘 : 4t 498. 용량 : 100W 499. 주파수 : 50Hz 500. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 501. 힘 : 4t 502. 용량 : 100W 503. 주파수 : 50Hz 504. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 505. 힘 : 4t 506. 용량 : 100W 507. 주파수 : 50Hz 508. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 509. 힘 : 4t 510. 용량 : 100W 511. 주파수 : 50Hz 512. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 513. 힘 : 4t 514. 용량 : 100W 515. 주파수 : 50Hz 516. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 517. 힘 : 4t 518. 용량 : 100W 519. 주파수 : 50Hz 520. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 521. 힘 : 4t 522. 용량 : 100W 523. 주파수 : 50Hz 524. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 525. 힘 : 4t 526. 용량 : 100W 527. 주파수 : 50Hz 528. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 529. 힘 : 4t 530. 용량 : 100W 531. 주파수 : 50Hz 532. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 533. 힘 : 4t 534. 용량 : 100W 535. 주파수 : 50Hz 536. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 537. 힘 : 4t 538. 용량 : 100W 539. 주파수 : 50Hz 540. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 541. 힘 : 4t 542. 용량 : 100W 543. 주파수 : 50Hz 544. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 545. 힘 : 4t 546. 용량 : 100W 547. 주파수 : 50Hz 548. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 549. 힘 : 4t 550. 용량 : 100W 551. 주파수 : 50Hz 552. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 553. 힘 : 4t 554. 용량 : 100W 555. 주파수 : 50Hz 556. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 557. 힘 : 4t 558. 용량 : 100W 559. 주파수 : 50Hz 560. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 561. 힘 : 4t 562. 용량 : 100W 563. 주파수 : 50Hz 564. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 565. 힘 : 4t 566. 용량 : 100W 567. 주파수 : 50Hz 568. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 569. 힘 : 4t 570. 용량 : 100W 571. 주파수 : 50Hz 572. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 573. 힘 : 4t 574. 용량 : 100W 575. 주파수 : 50Hz 576. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 577. 힘 : 4t 578. 용량 : 100W 579. 주파수 : 50Hz 580. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 581. 힘 : 4t 582. 용량 : 100W 583. 주파수 : 50Hz 584. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 585. 힘 : 4t 586. 용량 : 100W 587. 주파수 : 50Hz 588. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 589. 힘 : 4t 590. 용량 : 100W 591. 주파수 : 50Hz 592. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 593. 힘 : 4t 594. 용량 : 100W 595. 주파수 : 50Hz 596. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 597. 힘 : 4t 598. 용량 : 100W 599. 주파수 : 50Hz 600. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 601. 힘 : 4t 602. 용량 : 100W 603. 주파수 : 50Hz 604. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 605. 힘 : 4t 606. 용량 : 100W 607. 주파수 : 50Hz 608. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 609. 힘 : 4t 610. 용량 : 100W 611. 주파수 : 50Hz 612. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 613. 힘 : 4t 614. 용량 : 100W 615. 주파수 : 50Hz 616. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 617. 힘 : 4t 618. 용량 : 100W 619. 주파수 : 50Hz 620. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 621. 힘 : 4t 622. 용량 : 100W 623. 주파수 : 50Hz 624. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 625. 힘 : 4t 626. 용량 : 100W 627. 주파수 : 50Hz 628. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 629. 힘 : 4t 630. 용량 : 100W 631. 주파수 : 50Hz 632. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 633. 힘 : 4t 634. 용량 : 100W 635. 주파수 : 50Hz 636. 충전 : 24Vdc, 2150V, 142A 637. 힘 : 4t 638. 용량 : 100W 639. 주파수 : 50Hz 640. 충전 : 24Vdc,

3.1 시험신청 및 등록

구성품/부품 시험평가와 공장시험평가는 그 결과만을 등록하도록 하였으며 본선시운전시험평가는 종합 시험 시나리오 작성 등의 시험진행을 종합적이고 원활히 하기 위해 시험자가 신청하고 그 결과를 공지하도록 하였다.



도표 6. 시험신청/등록 화면

3.2 시험결과 등록

시험결과는 크게 계측일지, 시험결과보고서, 시험데이터로 구분하였다. 계측일지는 시운전시험 종료 후 차상시험책임자가 작성하는 보고서로서 시험항목, 구성품/부품 고장상황, 주행거리, 시험속도 등을 기술하는 것이다. 시험결과보고서는 수행한 시험에 대해 시험담당자가 시험데이터를 근거로 분석을 수행하여 시험의 결과를 기술한 보고서를 의미한다. 시험데이터는 종합계측시스템을 사용하여 시험수행 중에 저장한 주행속도 등 상세데이터를 의미한다.



도표 7. 시험결과 등록 화면

3.3 시험정보 조회

구성품/부품 시험, 공장시험, 본선 시운전 시험에 대한 정보를 조회할 수 있다. 구성품/부품 시험과 공장시험은 사전에 입력되어 있는 시험항목을 클릭함으로써 시험항목과 그 결과에 대해 조회할 수 있다.

본선 시운전시험에 대한 결과 조회는 계측일지의 경우, 시험수행일과 작성자로, 시험결과보고서의 경우, 시험항목, 시험코드, 시작일자로, 시험데이터의 경우, 시험일과 열차번호, 시험데이터이름으로 검색이 가능하다.

결 롬

본 논문에서는 차세대 고속열차의 시험평가를 성공적으로 수행하기 위해 사업초기에 수립한 시험평가 프로세스를 정체화한 내용을 기술하였다. 이를 통해 아래와 같은 결론을 도출하였다.

- 시험평가 프로세스를 구성품/부품시험, 공장시험, 본선시운전시험의 3단계로 구분하였다.
- 각 단계에서의 주요 정의내용은 시스템엔지니어링도구를 사용하여 참여연구진이 공유도록 하였다.
- 시험데이터 등 세부내용은 별도의 관리시스템을 활용하여 관리하였다.

향후, 공장시험과 본선시운전시험을 수행하면서 보완사항을 추가할 예정이다.

답 레

본 연구는 국토해양부 미래철도 기술개발 사업의 연구비지원(과제번호 07차세대고속 철도 A01)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 황희수, “한국형 고속전철 시스템엔지니어링 데이터베이스”, 대한전기학회 학계학술대회 논문집, 2000.
2. 한국철도기술연구원, “차세대고속철도 기술개

- 발사업 기획보고서”, 2006.
3. 건설교통부, “2007년도 건설교통기술 연구개발사업 5차 시행공고 안내서”, 2007.
 4. 이태형, “차세대 고속열차 개발을 위한 시스템 엔지니어링 관리계획 연구”, 시스템엔지니어링 학술지 제3권 2호, 2006.
 5. 한국철도공사, “사용자 운영요구조건”, 2007
 6. 이태형, “차세대 고속열차를 위한 시스템요구 사항 개발”, 한국철도학회 춘계학술대회논문집, 2008.
 7. 이태형, “차세대 고속열차 개발을 위한 시스템 엔지니어링 전산체계 구축에 관한 연구”, 4th APCOSE, Oct. 2010