

目 次

·综合评述·

- 1 既有提速技术的现状 [日本]若生宽治(1)
- 2 近来车辆技术开发的动向 [日本]冈本勋(6)
- 3 JR 东日本既有线的高速化 [日本]由川透(13)

·转向架技术·

- 4 具有控制轮对的走行部 [瑞士]G.Harsy(19)
- 5 新型自导向转向架的开发 [日本]山田幸一 目时哲郎(39)
- 6 既有高速电动车用转向架的开发 [日本]冈本勋(45)
- 7 铁道车辆有源悬挂中油压制动器的适用性(根据 LQG 控制规则的模式实验装置研究) [日本]岛宗亮平 谷藤克也 坂上俊雄(54)
- 8 新构思(Z-N 连杆机构)导向转向架平稳性分析 [日本]横濑景司(64)
- 9 高速货车转向架 [德国]Lothar Müller Hans Gebhard(72)
- 10 为高速货物列车研制的导向转向架 [日本]藤本裕 佐藤荣作 石黑康丰(80)
- 11 德国联邦铁路新研制的 22.5 t 轴重的货车转向架——重新按照导向轴原理 [德国]Lothar Müller Wilfried Niermeyer(88)
- 12 机车结构的发展趋势——SLM 径向转向架 [瑞士]Alberto Cortesi(101)
- 13 大功率机车用现代动力转向架的研制 [奥地利]Hans Hodl Andreas Haigermoser(109)
- 14 钢轨相容转向架的发展 [瑞典]Evert Andersson(122)
- 15 新干线电动车用车轴的疲劳可靠性评价和 30 年的成绩 [日本]外山和男 井上纯(133)
- 16 耐制动热波状辐板车轮的开发 [日本]山村佳成 伊田摩智 安食真男(140)

·车体技术·

- 17 随曲:改变车体倾斜度的理论研究 [奥地利]Karl Otto Endlicher Peter Lugner [瑞士]Gerhard Vohla(149)
- 18 客车强度设计规程(按照《城市轨道交通车辆技术管理规程》提出的推荐文本) [德国]Helmuth Bugarcic(160)
- 19 铝整体结构的铁道车辆——合理材料修理和维护的提示 [德国]Manfred Bösch(177)
- 20 CFRP 等车辆车体结构的轻量化 [日本]铃木康文 佐藤洁 阿久津胜则(187)
- 21 提高既有列车速度的车体轻量化 [日本]铃木康文(195)
- 22 车辆用粘结 [日本]铃木靖明(200)

·摆式列车·

- 23 NEITEC 系统的比较 [德国] V. Kottenhahn(207)
- 24 既有提速随曲线变化对车体进行控制 [德国] Volker Kottenhahn(222)
- 25 摆式车辆的技术要点和国外摆式车辆的特点 [日本] 冈本勋(232)
- 26 JR 东日本 E351 系特快电动车 [日本] 山田真 桥爪进 三宅一郎(240)
- 27 摆式车辆用半有源悬挂 [日本] 佐佐木君章 菅原能生(247)
- 28 采用模糊理论的车体倾斜控制法 [日本] 过野昭道(253)
- 29 轴承导轨式车体侧倾装置的开发——改善曲线运行性能和舒适度以及开发
低成本型车体侧倾装置为目标 [日本] 冈本勋 榎本卫 下村隆行等(260)
- 30 导向(摆式)转向架特快内燃动车的运行试验结果
..... [日本] 小林秀之 秋山良男 佐藤荣作等(266)
- 31 铁道车辆和液压技术 [日本] 冈本勋 石田弘明(273)

·制动技术·

- 32 关于既有高速化的技术开发——为曲线高速化开发新型车体侧倾装置及
高速列车的新型制动 [日本] 冈本勋 熊谷则道(280)
- 33 铁道车辆和列车纵向动力学过程数字模拟计算程序
..... [德国] O. Reich H. J. Grewolls(290)
- 34 快速客车制动时的动力学 [德国] Wolfgang Hendrichs(299)
- 35 压缩空气制动的货物列车的行驶和纵向动力学 [德国] Wolfgang Hendrichs(308)
- 36 高粘着高减速制动控制方法的开发 [日本] 川口清 渡边朝纪 大江晋太郎(321)
- 37 高速和重载牵引粘着利用的进步
..... [德国] Karl Hahn Klaus-Rüdiger Hase Hubert Sommer(330)
- 38 粘着系数利用与牵引力的提高 [瑞士] H. Schlunegger(339)
- 39 货物列车电力/电子制动询问和控制 [德国] E. Sonder(350)
- 40 货物列车速度提高问题的提出和解决办法 [德国] Ulrich Kramer(359)
- 41 减少货车气动阻力的研究 [德国] Helmut Bendel(365)
- 42 在各种行车工况下制动盘的温度计算 [德国] E. Saumweber(378)
- 43 改进铸铁闸瓦结构和冶金工艺提高闸瓦制动功率 [德国] Egbert Sonder(388)
- 44 装闸瓦制动机的铁道轮对的断裂力学问题——车轮材质的断裂韧性
..... [德国] Werner Mombres(397)

·其它相关技术·

- 45 速度差别大的客货列车的混运问题 [德国] Sven Andersen(406)
- 46 防止铁道车辆轴承的电化学腐蚀 [日本] 渡边朝纪(417)
- 47 振动模型的试验和评价——铁道车辆的振动、噪声和模型试验
..... [日本] 寺田胜之 桧垣博 藤泽二三夫 山口雄三(424)
- 48 海峡隧道“穿梭”机车 [瑞士] Richard Treacy(441)

既有线提速技术的现状

〔日本〕 若生宽治

铁路提速是为提高旅客的方便，为了同其它交通工具的竞争，是为面向 21 世纪巩固铁路经营基础阵地的重要因素。

在既有线高速化计划中，为了今后实现提速正在研究如下一些课题。

既有线的高速化 (1) 160 km/h 化，既有主要干线实现 130~160 km/h 化；(2) 200 km/h 化，超特快整备新干线 200 km/h 以上高速化；(3) NEXT250 下一世纪高规格铁路 250 km/h。

1 主要干线实现 130~160 km/h 速度

在计划中瞄准下列目标。

- 运营最高速度为 130 km/h 以上到 160 km/h；
- 提高曲线通过速度；
- 提高货物列车速度；
- 提高加减速速度。

1.1 目前开发情况

迄今 5 年里进行的研究开发，到今年年底 (1993 年底)，主体的开发已经结束。在计划中实现的内容，不能说完全包括最高速度 130~160 km/h 运行所需技术开发，但包括计划以外的基础课题等成果在内，就其主体课题已能看到某种前景。在计划的成果项目中有所记载。其中包括 JR 各公司的改进计划等有的已经在进行实际运用。

1.2 主要成果

1.2.1 车辆上的主要成果

- ① 高速稳定性及舒适度良好的转向架；
- ② 轴承导向式摆式装置。

它与以前的滚子式摆式转向架相比具有小型轻量化，改善舒适度，可安装钢轨制动，价格低廉等的摆式系统 (图 1)。

- ③ 高速踏面制动用车轮及闸瓦

已研究清楚有关高速车辆用车轮及闸瓦的材质、形状之间的关系。

- ④ 受电弓滑板

研制出 160 km/h 用的离线少，耐磨性好的受电弓滑板。

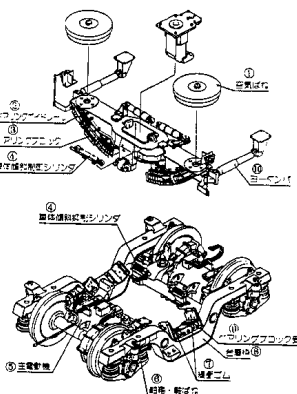


图 1 轴承导向式摆式装置

- ① 空气弹簧；② 轴承导轨；
- ③ 轴承块；④ 车体倾斜控制缸；
- ⑤ 牵引电动机；⑥ 轴箱、轴箱弹簧；
- ⑦ 缓冲橡胶；⑧ 转向架构架；
- ⑨ 轴承载座；⑩ 摇头减振器。

⑤受电弓支撑装置

在曲线型式车体上受电弓也不会脱离导线的转向架与受电弓座用钢丝连结的受电弓支撑装置（图2）。

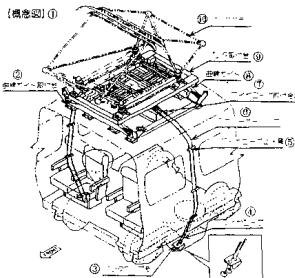


图2 受电弓支撑装置

- ①示意图；②曲线导向安装座；
- ③受电弓绳索座；④钢丝绳；
- ⑤钢丝绳定位器；⑥外壳；
- ⑦钢丝绳安装零件；⑧曲线导向；
- ⑨受电弓安装座；⑩受电弓。

⑦钢轨制动

自160 km/h 进行紧急制动在600 m 制动距离内停车而开发的利用涡流、电磁吸附的混合钢轨制动，和JR 东日本共同研制的（图4）。

⑨通勤电车的高加减速系统

利用通勤电车的高加减速以缩短到达时分的系统。

⑨货车及机车用的高速转向架

为煤炭货物列车的曲线通过速度开发的导向转向架（图5）。

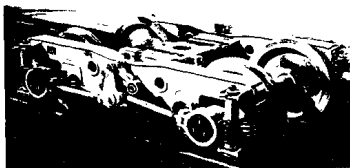


图5 货车用导向转向架

⑩160 km/h 用防滑再粘着系统

检测制动时的微小打滑同时，利用微小缓解进行再制动，这比以前的滑行检测系统能缩短制动距离，可从140 km/h 速度进行紧急制动在600 m 制动距离内停车的防滑再粘着系统（图3）。

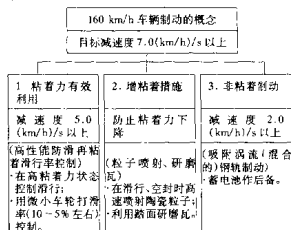


图3 160 km/h 车辆用制动系统

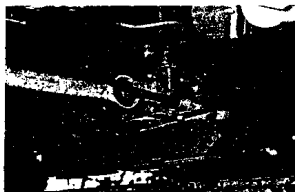


图4 钢轨制动

1.2.2 接触网的主要成果

接触网改进的方法有为改进既有接触网成为高速接触网，根据刚明弓网的离线关系、接触网结构、防振结构等可实现高速化的方法（图6）。

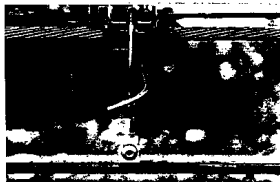


图6 防振吊弦

1.2.3 轨道的主要成果

①根据横向力和板簧应力产生状况提高曲线用钢轨扣件装置的横压强度寿命推测法方案（图7）。

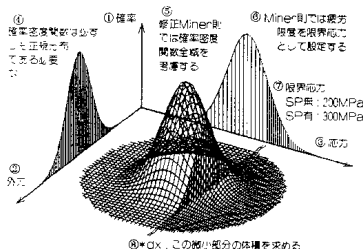


图7 表示应力发生概率的模式图

- ①概率；②外力；③应力；④概率密度函数不一定是正态分布；
- ⑤修正 Miner 规则考虑概率密度函数的全域；⑥由 Miner 规则设定疲劳极限作为极限应力；
- ⑦极限应力：无 SP 为 280MPa，有 SP 为 300MPa；⑧ $\sum dx$ ：求出微小部分的体积。

②轨道维修管理方法

提出在 160 km/h 区域及曲线部分高速运行所需的轨道管理项目（图8）。

长波长轨道不平顺管理	・采用 20m 弦管理（目标值）； ・与以前 10m 弦基准并用。
ノール短波长凹凸管理	・焊接部的凹凸管理、进行打磨； ・利用マヤ车的轴箱加速度。
按直线、曲线分别管理	・设定直线、曲线的目标值； ・考虑振动、横向力的稳定部分。
普通轨缝的管理	・160 km/h 速度用长钢轨原则； ・小曲线半径标准钢轨区间的接头缺陷对策。
高频次的列车振动测量	・轨道检测周期补充； ・检测地点、数据处理系统。

图8 既有线 160 km/h 的轨道管理

③轨道维修管理数据库系统

在轨道维修高效率，高精度的微机 LABOCS 的开发（图9）。

1.2.4 信号保安的主要成果

信号保安系统是作为 160 km/h 高速采用脉冲转发电的信号系统以及直流区段用的低成本轨道电路电流间断式信号系统（图 10）。

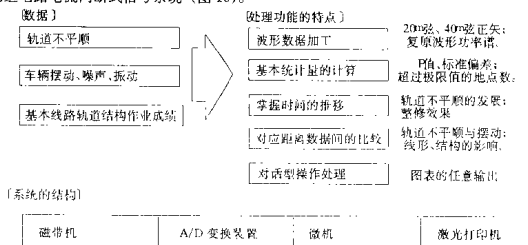


图 9 轨道维修管理数据库：微机 LABOCS II

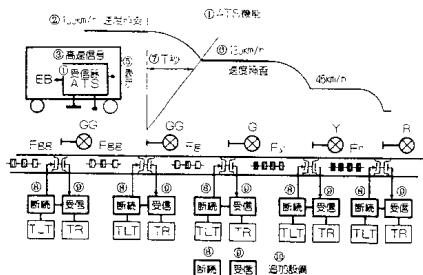


图 10 轨道电路电流间断信号系统

①ATS 功能；②160 km/h 速度参考；③高速信号；④接收机；⑤显示；

⑥130 km/h 速度参考；⑦T 秒；⑧间断；⑨接收；⑩附加设备。

1.2.5 人文科学的主要成果

高速运行信号方式与运输的关系。

1.3 遗留课题

在以 130 km/h 以上的高速通过道口时确保安全系统的建立如何保证安全仍是今后研究课题。

2 以 200 km/h 以上的高速化为目标

窄轨整备新干线等向 200 km/h 以上高速化。

2.1 开发状况

以九州新干线等超特快运行的整备新干线为主体, 包括轨道条件良好的高标准线路, 实现窄轨铁路最高速度 200 km/h 以上的高速运行目标的同时, 需要向既有干线直通轨运输技术开发。

就车辆、运行保全系统、轨道、电力、环境、防灾等各部门, 以建立综合系统为目标, 正与 JR 九州等一起开展研究工作。

在车辆方面开发窄轨高速转向架, 这在窄轨困难区段可以达到 200 km/h 以上 (超) 高速, 开发大功率的电动机及装有这种电动机并考虑了运行平稳性和安全性的高速转向架。

为了防止车辆进入窄轨隧道时发生的“刺耳”, 开发有源换气系统, 利用隧道内的动压变化, 控制车内的系统, 车内换气装置可以小型轻量化, 节约运用费。

CARAT (无线信号保安系统) 和数字 ATC 作为下一世纪运行保安系统在运输、信息研究部正在进行研制, 它是可以实现移动闭塞和低成本的魅力系统, 在整备新干线的计划中, 作为既有线一新干线直通系统的 CARAT 和 ATS-SP 的自动切换和车辆制动在新干线一既有线也需要自动切换, 因此, 根据这些试验等以确认其安全性。

3 NEXT250 系统

NEXT250 系统是作为下一世纪的高速列车系统正在进行开发。

瞄准目标是

- (1) 提高曲线通过速度;
- (2) 向 250 km/h 以上高速化;
- (3) 开发既有线一新干线直通车辆。

符合 21 世纪的窄轨车辆见图 11。

3.1 目前研制情况

- (1) 提高曲线通过速度。

此计划是以 JR 西日本为中心与有关各公司进行研究。

车辆的特点是带有可控摆式车辆, 能高速而安全地通过曲线, 具有超低重心、超轻型、连接结构短的车体与导向转向架并由有源作用的计算机智能系统构成。

车体倾斜是将尽可能降低摆式转动中心的强制车体倾斜。不会由于计算机错误而发生反向倾斜等现象的系统结构。

FRP 比铝轻, 具有金属所没有的耐冲击特性等, 可以作为车体等结构材料, 利用其阻燃特性, 采用 CFRP 来开发车体。

- (2) 向 250 km/h 以上高速化

正在研制车轮一体牵引电动机的开发, 它是掌握可使高速稳定性好, 不发生蛇行运动的独立车轮特性, 形成动力系统简化和轨距可变的转向架结构的重要因素之一。这些可以提高窄轨铁路地位, 指向 21 世纪研制开发高标准化轨道的发展发挥作用。

- (3) 既有线一新干线直通车辆的开发关键

上述的 (2) 所谈的轨距可变速向架的车辆对于既有线一新干线和 JR—民铁等的直通运输是很需要的, 但在技术上要求有高度可靠性。关于这一点的技术开发成功与否, 将左右能否实现。

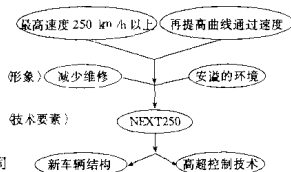


图 11 符合 21 世纪的窄轨车辆

商福昆 译自 RRR.1994 (1). 24—27
俞展猷 校

近来车辆技术开发的动向

〔日本〕 冈本勋

1 前言

铁道综合技术研究所于1995年7月组织机构改革以来,关于车辆方面的研究开发分为车辆技术开发事业部门和基础研究部门开展工作。后者基础研究部担负有关车辆安全及运行特性、车体振动方面的研究等,其研究概要在“关于铁道车辆的研究动向(铁道总研报告)”⁽¹⁾一文中已有介绍,本文仅就车辆技术开发事业部门的最近技术开发的动向为中心加以叙述。

目前车辆技术开发事业部门在上述各个领域正在进行实用化的技术开发工作:

①以新干线车辆、既有线车辆提高速度和舒适度等为目标进行新型悬挂和走行装置的技术开发。

②关于车体倾斜系统、窄轨新干线车辆、独立车轮转向架、车轮直接驱动电动机等新车辆系统的技术开发。

③车辆的牵引及制动系统的信息化技术开发。

④各种仿真技术开发及控制技术在车辆上应用。

⑤关系到车辆维修的新型强度检查技术、维修方法的开发等。下边将分别就上述各主要技术项目的最近技术开发动向予以介绍。

2 关于新干线和既有线提高速度、提高舒适度的技术开发

铁道总研对于新干线的提速及改善舒适度的技术开发,自总研建立以来就从事新干线车辆用的无摇枕转向架的开发和提高高速运行时的舒适度,而且制定下一世纪的超高速新干线的ATLAS计划,进行着旨在突破基础技术领域内的技术开发工作。在ATLAS计划中,将车辆的技术开发目标速度在试验台上为500 km/h,在干线试验为450 km/h,车外噪声自上下行线中心25 m处的标准测量点350 km/h速度为75 dB以下作为目标。

另外,关于半径较小曲线多的既有线提速,提高舒适度以及窄轨新干线的实用化等正在推行NEXT250计划方案,进行新式车体倾斜系统和导向转向架等旨在曲线上大幅度提高运行性能的技术开发、牵引及制动控制的信息化技术开发,在窄轨高标准线路上以200 km/h以上高速运行的实用化车辆技术开发等。

2.1 提高新干线车辆用无摇枕转向架的舒适度

为了适应新干线高速化需要,开发的新干线车辆用的无摇枕转向架,它比0系和100系车辆用的转向架更加轻量化,提高了高速运行性能、曲线通过性能及舒适度等,它作为300系新干线车辆等新型转向架已经实际运用。

后来,提速的新干线在隧道等运行时与轨道不平顺无关系的车体横向摆动有时很大,特别是要提出的在编组列车的尾车横向摆动大。于是反复作了运行试验及车辆运行仿真试验,其原因是在于车辆在隧道内高速运行时从车体侧面因受空气动力的外力作用引起车体的摆动。为了抑制由于空气动力的外力作用的车体摆动,根据车辆运动仿真等研究结果,将以前装在转向架与车体间的横向减振器和抗扭摆减振器的衰减力加大。另外还提出在编组车体之间的钢轨方向及枕木方向重新安装抗摇头减振器、车体间横向减振器,以衰减编组车体相互

间的振动,采取这种方法证明是有效的。

另外还开发了半有源减振器,它是应用控制技术的有效措施,在转向架与车体之间横向减振器的衰减力利用快速电磁阀及卸载阀组合控制按外力条件使衰减力能瞬时的增减。这种装置的详细内容另有文章介绍。其原理是按车体的摆动状态用快速电磁阀来改变横向减振器的节流孔组合以增减其衰减力,同时根据轨道不平顺通过转向架与横向减振器当在车体振动增大方向有力产生时,控制卸载阀将该力消除,使车体振动不会加大。利用这种办法,当在隧道内运行时半有源减振器受到空气动力的外力作用及轨道不平顺情况,由于这两者对车体摆动能起到有效防止作用。由于不用来自外部供给的控制力,有很高的可靠性,生产成本也比以前的有源控制价格低廉。据运行结果证明尾车高速行驶时的舒适度能改善 30% 左右,这样半有源减振器将用于由西日本旅客铁道株式会社研制的 500 系新干线车辆上。

2.2 未来新干线车辆用的转向架

铁道总研在试制试验 300—350 km/h 的更高速的未来新干线车辆用的转向架,其牵引电动机和盘形制动装置架装在车体上使转向架簧间质量及簧下质量大幅度减轻,轴距由 2.5 m 加长到 3.0 m 通过在试验台上进行转向架试验,蛇行运动发生的临界速度增加了 100 km/h,有希望能进一步提高高速行驶稳定性及舒适度。为了提高转向架的高速运行稳定性和舒适度,将转向架轴距加长到 3.0 m,转向架弹簧质量和簧下质量极力减轻的这种设想方案将用在东海旅客铁道株式会社的 300X 系高速试验车的转向架。

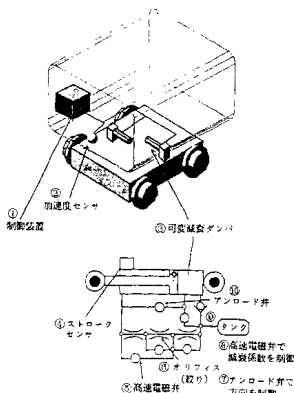


图1 半有源减振器(可调整衰减减振器)的结构
①控制装置; ②加速度传感器; ③可调整衰减减振器; ④行程传感器; ⑤高速电磁阀; ⑥节流孔; ⑦用卸载阀控制方向; ⑧用高速电磁阀控制衰减系数; ⑨风缸; ⑩卸载阀。

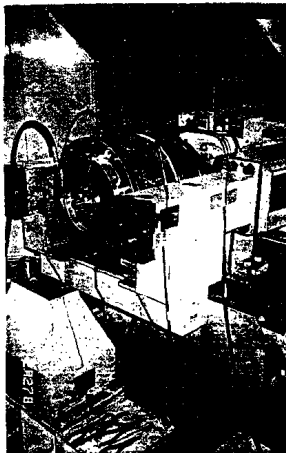


图2 碳/石墨复合材料制动盘(照片)

作为 350 km/h 速度级的高速转向架除上述的提高高速运行的平稳性、舒适度以外,其它问题如提高盘形制动装置的性能也是很重要的。就是说今后在提高电气制动性能及可靠性同时,随着速度提高增大机械制动装置的容量,轻量化也是不可少的。铁道总研为了增容盘形制动装置以碳/碳(C/C 材料)复合材料作为闸盘材料,正在开发多片式盘形制动装置。该装置另有文章详细介绍。而现在开发的 C/C 材质的摩擦特性是根据制动初速和推压力而变化。从而通过闸盘的推压力控制制动力,这是高速车辆所需要的盘形制动材料。另外作为盘形制动的轻量化措施也在开发铝合金制动盘。在总研的试验台试验后长期装在西日本旅客铁道株式会社的 WIN350 系高速试验车的转向架上为实用化进行各种试验。

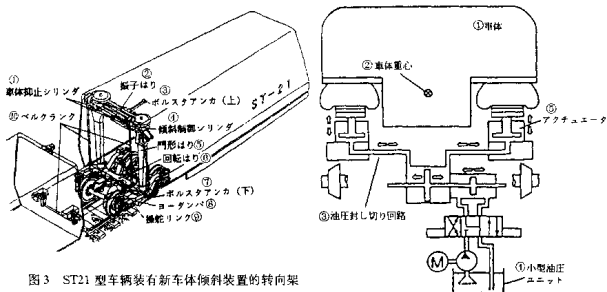


图3 ST21型车辆装有新车体倾斜装置的转向架

①抑制车体油缸; ②摆式梁; ③摇枕拉杆(上); ④倾斜控制油缸; ⑤门形梁; ⑥旋转梁; ⑦摇枕拉杆(下); ⑧摇头减振器; ⑨导向连杆; ⑩直角杠杆。

2.3 开发新型车体倾斜系统

在曲线多的区段,为缩短到达终点站所需时间,常常提高曲线运行速度比提高最大速度更为有效。但在曲线以高速运行由于离心力使舒适度不好,所以为减少离心加速度的影响使车体向曲线内侧倾斜实际上可用车体倾斜系统。日本铁道短曲线多,从前面缓和曲线开始进行车体控制倾斜的摆式控制车体已经普及应用。但是为了进一步提高曲线运行速度和舒适度的需要,提出采用以下的提高性能的措施。然而对于小半径的曲线较多的东海道新干线,为提高速度正在开发新干线车辆用的车体倾斜系统。

2.3.1 提高既有有线车体倾斜系统的性能

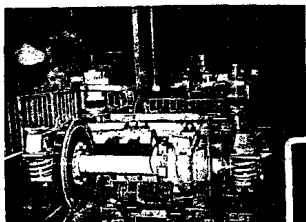


图4 新干线电动车用车体倾斜装置(油压密封式)

①车体; ②车体重心; ③油压密封回路;
④小型油压单元; ⑤作动器。

为了改善日本铁路既有线的缓和和曲线的乘车舒适度,广泛采用摆式控制车体。根据运行区段的曲线位置及形状参数从进入缓和曲线之前开始来控制车体的倾斜。但是,车体的倾斜机构等与以前的自然摆式车体时代基本上没有什么改变,所以需要提高其性能。于是在铁道总研提出下列各种提高性能的措施,开展实用化研究。

①开发以支承导向式代替滚柱式的车体倾斜机构,使车体倾斜平滑提高舒适度;

②车体倾斜控制阀采用小型直动式伺服阀,改善倾斜的响应性,提高在急曲线和S形曲线上的舒适度。

③降低车体倾斜中心高度,改善步行时的舒适度同时减小曲线内轨的轮重变化提高运行性能。

④研制用陀螺仪的控制摆式车体,正确控制曲线位置,开发曲线形状采集方法,以提高舒适度。

⑤开发滑动式受电弓中立位置支承装置,提出摆式车体的最佳各个参数提高运行性能和舒适度等实施方案,进行实用化研究。

具体的例如将车体倾斜中心高度从原来自轨面2300mm降至1900mm等,包括上述的①—④的措施,并且将下一节介绍的采用轮对导向机构的新形特快动车用转向架提供给北海道旅客运输株式会社,目前正在研制开发。这台转向架为了能在寒冷、多雪区段运用,将控制车体倾斜用的传动机构装在摆式梁中并采用耐寒、耐雪措施。

为使摆式车体最大限度地提高运行性能和舒适度,大幅度提高曲线运行速度,车体支撑方式采用连接方式彻底降低车体重心和将车体倾斜中心降到车体的底板高度,缩短轴距采用轮对导向控制机构,即使在车体倾斜控制失败情况下也能成为自然摆式将摇枕弹簧的位置提高到天棚附近,正与西日本旅客运输铁道株式会社进行开发“ST21车辆”。

2.3.2 开发新干线车辆用车体倾斜系统

像新干线这样的高速铁道,其轨道结构在建设时就按适于高速运行的曲线半径等线路条件设计的,一般来讲应该没有问题。但是,在东海道新干线等建设时期较早的铁路,最近要提速时,特别是高速运行试验时的车辆出现车

体需要倾斜的情况。关于这种新干线车辆用的车体倾斜系统的开发在本文因有介绍,本文仅适用于新干线车辆的车体倾斜系统有关课题加以叙述。也就是车体倾斜系统适用于新干线车辆时的情况。

①车体倾斜装置对运行稳定性不会有不良影响

车体倾斜机构不会产生偏斜的结构;

装置轻型化弹簧间质量增加极小。

②需注意控制倾斜对于运行速度的响应性极高。

于是作为车体倾斜机构来讲不是用既有线的摆式梁方式,而将支承车体的空气弹簧直接

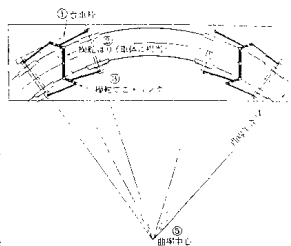


图5 转向架扭摆连杆式轮对强制导向装置

①转向架构架;②导向梁(相当于车体);

③导向杠杆、连杆;④曲线半径;⑤曲线中心。

用“车体倾斜油缸”使上下动作的结构。此时，在车体倾斜缸的活塞杆上加有直线导向机构，使车体倾斜机构不会产生偏斜。另外，车体每次倾斜时一个转向架的左右“车体倾斜油缸”通过进、排高压油的方式来实现。这需要有很大容积的液压装置。于是一个转向架的左右车体倾斜油缸与另外的双动形的“比例缸”的活塞隔断的左右油压室，分别用液压配管联接构成液压封闭回路，利用小形“驱动缸”驱动比例缸的活塞，使封闭回路中的高压油在比例缸的左右油压室—车体倾斜油缸之间流动产生车体倾斜。在直线运行中按车体的标准高度，并保持水平，经常监视车体倾斜油缸的行程，当车体偏离中立位置时，首先“比例缸”的活塞保持在中立位置，而比例缸的左右油压室的容积相等之后，对车体倾斜油缸与比例缸之间的封闭液压回路进行给油或排油以调整车体高度。

在相当于一辆车的模拟车体上装有前述的新干线车辆车体倾斜装置，进行定位的倾斜动作试验及机器的耐久试验结果证明，此装置的倾斜作用、控制响应性、可靠性等良好。该系统已用在东海旅客铁道株式会社的300X系高速试验车上。

2.4 开发有轮对导向装置的转向架

除上述的离心力是制约车辆的曲线运行速度对舒适度有不良影响之外，还有车辆在曲线运行时车轮对钢轨产生横向力增大问题。横向力增大则产生轮缘及钢轨侧面磨耗，对于运行安全性及舒适度也有不良影响。

减小曲线运行时的横向力方法是提高轮对的自导向性，即将车轮踏面的锥度加大，车轮在内外轨上不滑动沿着钢轨能平滑转动运行。轮对对转向架构架的纵向、横向的刚性支承要小为柔性支承，轮对在曲线上能自然地面向曲率中心等方法比较有效果，而且已实际应用。但是在自导向的情况下，为提高效果将上述的车轮踏面锥度加大过多或者减小轮对支承刚度过量则会降低运行安全性，有产生蛇行运动危险。根据车轮踏面磨耗，锥度的增大等需按车辆条件的常年变化各种参数决定，减少横向力效果这部分变小。另外，也进行开发利用连杆等使转向架和轮对的中心线强制的面向曲率中心的强制导向方式。北海道旅客铁道株式会社的283系特快内燃动车及西日本旅客铁道株式会社共同研制的“ST21”动车上均采用转向架抗摇头的连杆式轮对强制导向转向架，利用连杆的水平杠杆的杠杆率控制，确实比自导向方式的效果大。关于用在283系特快内燃动车的情况，迄今为止进行各种运行试验证明横向力较以前的自导向性能转向架可降低一半左右，达到实用化的程度。

3 新车辆系统的开发

3.1 有关窄轨新干线车辆的开发

有关窄轨新干线的构思作为整備新干线的一种方式，例如在九州旅客铁道株式会社的八代—西施儿岛间等准备采用。这种窄轨新干线比以前的标准轨距的新干线由于轨距窄，加上20%~30%的陡坡和隧道区间等多存在许多课题，在车辆方面目前正在研制窄轨新干线用制动系统使这种运行保安、制动系统不同的窄轨新干线车辆用转向架能和既有线路段过轨运输。

窄轨新干线车辆用转向架应满足下列条件：在窄轨线路上具有200 km/h以上高速运行稳定性和提高在既有区段小半径曲线上良好均衡的运行性能，在窄轨200 km/h以上运行时提高其振动舒适度和曲线运行时横向稳定加速度，为在200 km/h以上时速运行其动车转向架上需装200~300 kW级的牵引电动机，自200 km/h以上的速度开始停车时车轮需有盘形

制动等机械制动,考虑与既有线换乘应用小型、轻量的转向架。目前已造出具备上述条件的转向架,正在铁道总研的车辆试验台上进行高速运行稳定性和防振性能的试验。关于高速运行稳定性方面在一侧抗摇头减振器失灵状态下也能保持 300 km/h 以上的稳定性,证明可以满足上述各种条件。

当前还在开发装有 300 kW 级牵引电动机的窄轨动车用转向架。

作为运行保安和制动系统不同的车辆(窄轨高速转向架)能与既有线区段直通运行,其制动装置在两种区段交界处分别转换为相应的制动系统,利用安全处理装置根据地面送来的信号在运行中进行制动系统的转换,这种系统就是目前正在研制的干线、既有线制动自动转换系统。计划用在九州新干线的现车试验中,此制动系统能在 100 ms 内完成转换,试验证明没有问题。

3.2 研制车轮直接驱动的牵引电动机

旨在降低齿轮驱动装置运行中的噪声及简化维修工作,正在开发车轮直接驱动的牵引电动机。

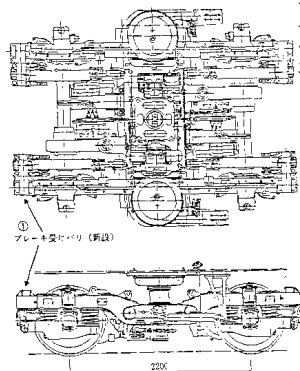


图6 窄轨新干线车辆用转向架
①制动座梁(新设)。

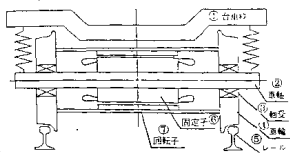


图7 车轮一体型牵引电动机结构(外转子型两轮驱动方式)

- ①转向架构架; ②车轴; ③轴承;
④车轮; ⑤钢轨; ⑥定子; ⑦转子。

牵引电动机结构分为内转子式及外转子

式,车轮一体驱动式及独立车轮驱动式,冷却方式有风冷式(自冷及强迫冷却)与水冷式等。详细情况本刊因有论文介绍在此省略,开发的目标是为用在与西日本旅客铁道株式会社共同研制的“ST21”车上以及未来的通勤电车上,为实用化作了各种方式性能比较,同时因直接装在轮对上考验其耐冲击性。

4 牵引及制动系统的技术开发

4.1 微小空转、滑行再粘着控制的开发

轮轨间的粘着系数越在高速时则有降低,其利用粘着系数要与以前一样的话则加速所需时间加长,则不能反映缩短到达时间的高速运行效果,列车的运行间隔变长不能确保所需的运输力,于是最近利用轮轨的接触面上高速喷射陶瓷粒子,现车试验证明在 300 km/h 以

上速度能大幅度增加粘着力。另外在牵引控制技术上,作为逆变器控制车辆的实用车轮空转滑行再粘着控制方法,提出了“微小空转滑行再粘着控制”方案,证明可以稍微抑制逆变器动车的空转速度和牵引力的下降。

就是说作为逆变器控制车的实用车轮空转滑行再粘着控制方法,在恒流控制系统对于空转采用恒定滑动频率,来抑制空转的发展,根据空转滑行检测的最佳高精度运算,精确掌握空转滑行状态,利用微小滑行区域的高粘着力,提出在微小电流下降的再粘着方法。在新干线试验车(STAR21)等进行试验,获得预期的结果。

4.2 关于提高粘着制动性能的开发

其次关于提高粘着制动性能的措施问题,在本刊载文有详细介绍,在铁道总研研制的“多模式的滑行再粘着控制装置”及“滑动率控制滑行装置”均具有稳定的制动性能,现车试验证明能防止车轮擦伤,可以缩短制动距离。前者已在北海道旅客铁道株式会社的281系特快内燃动车上,后者在九州旅客铁道株式会社的883系特快动车上采用。

5 转向架构架的新强度评定方法的开发

涉及车辆维修除本文介绍的转向架构架的新强度评定方法外,还在进行研究轴承的不解体检查方法,改变车轴的超声波探伤法等。

转向架构架的新强度评定方法在本刊的载文有详细介绍,但转向架构架是安全上的重要部件,只用以前的焊接表面的强度评定方法是不够的,也需考虑焊接部内部的强度评定,利用断裂力学方法应用日本钢结构协会提出的疲劳设计指导方针提出焊接部内部的强度评定法。

6 结束语

前面就目前车辆技术开发动向关于提高新干线的速度、舒适度方面,研制新干线无摇枕转向架提高性能以及未来新干线动车用转向架的开发方向等。关于既有线提速方面采用提高摆式车辆性能及开发导向转向架等。关于新型车辆方面就窄轨新干线有关的技术开发以及车轮直接驱动电动机的开发等进行了介绍。这些技术有的已经实际应用,也有正在试验开发过程中。关于后者的开发中最近正在积极进行为了达到实用程度。

参考文献

1 铁道总研报告.9.1995(8)

商福昆 译自 铁道总研报告.10.1996(5)1—6
杨润栋 校

JR 东日本既有线的高速化

〔日本〕由川透

1 既有线高速化的必要性

在 JR 东日本, 正提出面向 21 世纪公司的经营设想, 全力促其实现。其中, 为适应 21 世纪初旅客需要, 在时间表上, 绘出东日本管内地方分别用 3h 与主要城市相连接的规划。

为实现这一目的, 仅提高新干线的速度是不够的, 既有线也必须缩短到达时分。

既有线与作为高速运行筹备的新干线不同, 没有适应高速运行制作的设备, 再加上小曲线、道口多、区间保安状态也不一样。而且, 从经济上考虑, 对既有设备大幅度改造也是困难的, 为缩短到达时分, 与新干线不同的技术研究课题也多。

各种列车以不同速度混跑的既有线上, 为了一部分提速对象的特定列车而大幅度提高地面设备的功能, 从经济上看也是不合算的。因此, 为了使这些地面设备的改进、改造达到最小限度, 包括维修费在内的总成本降低, 缩短运行时分, 并保证随着速度提高而造成的运行安全性和舒适性不恶化, 轨道破坏与噪声、振动不增加等, 从车辆方面采取最大限度的对策是最有效的。

由于既有线上到目前为止尚未营业运行, 所以对道口、站台的安全, 也包括风、雨等防灾方面要进行仔细考虑, 在确保安全, 同时对沿线的环境保护也需充分考虑。

2 既有线高速化课题

所谓高速化就是缩短两站间的到达时分, 所以从广义上讲, 缩短换乘时分、认真编制行车时刻表、缩短等待换车时间都是高速化课题, 但这里就提高曲线通过速度, 提高最高速度来缩短 2 站间列车到达时分的技术方面加以叙述。

图 1 是常盘线与中央东线现行运行速度分析图, 常盘线上以最高速度可运行的区间占 40%, 而中央东线很少, 仅占 5% 以下。

象常盘线这样的线路, 直线区间与大半径曲线多, 比较具备高速运行的条件, 可以提高最高运行速度来达到缩短时分是有效果的。

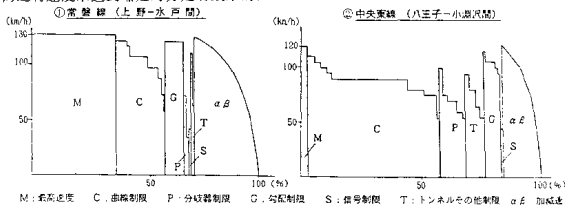


图 1 曲线运行分析图

M—最高速度; C—曲线限制; P—道岔限制; G—坡道限制;

S—信号限制; T—隧道及其它限制; α、β—加速减速。

① 常盘线 (上野—水戸间); ② 中央东线 (八王子—小渊泽间)。

而象中央东线这样的线路,小半径曲线区间多,提高最高运行速度不大有效果,而提高曲线通过速度效果大。

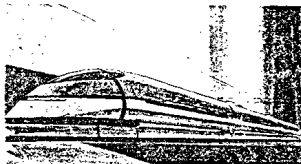
根据既有线上现有的部令,从最高速度到停车的制动距离为 600m 以内,提高最高速度,制动距离就要加长,现行的 600m 以内停车的最高速度只能到 130km/h。因此为了将速度提高到 130km/h 以上,必须进行“超过 130km/h 也能在 600m 以内停车的制动系统”的开发。

制动距离超过 600m,由于没有道口,作为特例有湖西线的 160km/h,青函隧道的 140km/h 在营业运行。制动距离超过 600m 也能确保安全的特许,今后也还会有。

提高曲线通过速度,解决舒适度问题比高速、平稳在曲线上运行还要难,现在曲线通过速度的极限值是从舒适度考虑决定的,从运行安全上考虑还有较大的速度余量。因此,为了提高曲线通过速度,要开发即使在高速化中乘客感到的舒适度与现在的差不多的技术。

3 综合试验电动车“TRY-Z”的制造与综合试验

对于高速化课题,民营化以后,就个别课题进行研究。为了在技术开发上指明方向,个别的开发基本上可以见效,下一步则必须将这些个别的开发项目形成系统,对其实际功能如何进行试验。



既有试验电动车 TRY-Z 完成设想图

按此目的,为了进行综合试验,决定于 1992 年 1 月制造结合试验车,这个电动车叫“TRY-Z”,是向尖端技术挑战这个意义上起名的。结合试验不是只对车辆的开发而结束。为了进行既有到站时分缩短试验,要对车辆、地面设备的相互作用、信号、道口等整个铁道系统进行试验。

TRY-Z 的制作现在刚刚进入初期设计阶段,未确定的项目还有很多,特别重点的课题是

- ①道口对策(防止冲撞系统、冲击对策);
- ②轻量化;
- ③无维修化。

还有对环境保护的措施也积极列入研究计划。

主要参数表与外观见图 2。

既有试验电动车“TRY-Z”主要参数

项目	参 数
编组	3 辆固定编组(3 辆电动车)作为 1 编组
质量	重车: 24t; 空车: 约 21t
车体	铝合金轻量车体
速度	最高速度 160km/h 以上(牵引性能 200km/h 以上) 曲线通过速度: 按 $6.2\sqrt{R}$ 计算(R 400m 上, 基本速度 + 45 km/h = 120km/h)
供电方式	直流: 1500V, 交流 20kV (50Hz)
主回路	小型、轻量 VVVF 逆变器控制
制动	再生制动并用电气指令式液压制动, 吸附式调流制动(只紧急制动用)
转向架	高速轻轮转向架(非连接)带有源悬挂(液压)

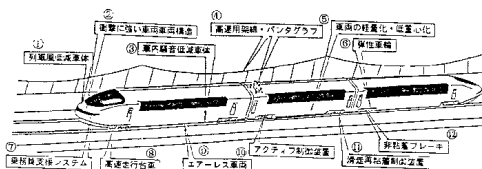


图2 TRY-2 的外形

- ①降低列车风的车体；②耐冲击的车辆车体结构；③降低车内噪声的车体；④高速用接触网、受电弓；
⑤车辆的轻量化、低重心化；⑥弹性车轮；⑦乘务员支援系统；⑧高速运行转向架；
⑨气动压力小的车辆；⑩有源控制装置；⑪防滑再粘着控制装置；⑫非粘着制动。

4 综合试验技术开发项目

4.1 关于防止道口事故的技术开发

在有道口区间提高最高速度的课题有许多。没有提出解决措施就不能实施提速。从本质上看，道口的课题即使是现在与速度提高没有关系，也必须改善，特别是与误进道口的汽车的冲撞，是必须避免的。

为解决这些问题

- 司机要确认道口，给出不误进的显示；
- 道口关闭时，汽车误入道口内时，能迅速检测；
- 要将道口状态即刻通知接近列车；
- 收到信息的列车应立即紧急制动停车。

以上按时间分阶段研究给出对策，图3是确切识别道口标志设计的一例。

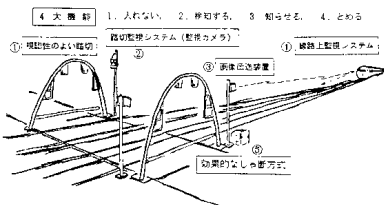


图3 道口保安系统

4大功能：(1) 不驶入；(2) 检测；(3) 通知；(4) 停车。

- ①识别性好的道口；②道口监视系统（监视摄像）；③画面传送系统；
④线路监视系统；⑤有效关闭方式。

即使采取了上述对策，道口关闭后，汽车无理进入了也不能避免发生冲撞。要想不出现这种情况，必须开发道口关闭时，从道口让车停下来的装置。从车辆上来讲要采用了一发生了冲撞乘务员、旅客也不要出现有重伤者的车辆结构。

“TRY-2”中，作为这种道口对策，必须做成能够吸收冲击的结构，正参考汽车等在进行着设计，这是与减重相反的对策，要研究的课题较多。