

特集 新干线

超导磁悬浮的技术与未来展望

梅原 淳（梅原铁路公司代表）

现在出现了一种名叫“磁悬浮 Motor car”的列车，这让我们向实现以 500km/h 超高速行驶的超导磁悬浮的世界又迈进了一步。因为 2014 年 12 月 17 日，负责东海道新干线列车运行的 JR 东海在品川站（东京都港区）与名古屋站（爱知县名古屋市）举行了施工安全祈祷典礼，为超导磁悬浮的中央新干线建设工程拉开了帷幕。如果工程进行得顺利，预计将在 2027 年开通，届时，磁悬浮列车最快仅需 40 分钟便能跑完品川—名古屋之间的路程。

超导磁悬浮是指运用超导现象，使磁悬浮列车浮起来并向前行驶的铁路。把温度降到对金属与合金而言被称为“绝对零度”的摄氏零下 273.16 度，它们就会失去电阻，从外部提供电力，就能永久地获得带有极强的磁场的电力。磁悬浮列车内所带的超导磁石，通过与被称为轨道梁的线路两边侧壁内藏的地面线圈之间相互排斥，从而使车身浮起 10cm 的高度，通过反复进行吸引和排斥，从而实现最高速度为 500km/h 的行驶。

在目前阶段，作为超导磁石的材料而被采用的是铌钛合金。这种物质在摄氏零下 269 度这一相对而言稳定较高的情况下便能产生超导现象。磁悬浮列车上装载的超导磁石被存放在具高度隔热性的低温容器内，通过使用液态氦为制冷剂的 Gifford-McMahon 循环制冷



L0（L 零）系列（照片：PIXTA）



梅原 淳，铁路记者（梅原铁路公司代表）

机的作用，被降低将近摄氏 300 度左右的温度。地面线圈作为超导磁石能量的来源是由变电所提供的三相交流电。只要改变三相交流的电压和电源频率，磁悬浮列车在起动后，便能渐渐加速，这就是其构造。

地面线圈也被用于磁悬浮列车的刹车装置。通过改变三相交流电的相序，由此而产生的电磁力吸引超导磁体，这样就能获得不依赖于摩擦力、同时也极为有效的刹车。同时，还有一点或许很多人

都不知道，磁悬浮列车由地面远程控制实现操作，不需要司机驾驶。

JR 东海已经公布了中央新干线的路线，然后还有车站和车辆基地的位置。轨道梁的转弯最小半径为 8000m，远远缓于东海道新干线转弯最小半径的 2500m。这是为了缓和以 500km/h 行驶时在车内感到的离心力。而另一方面，其斜坡的倾斜度为前行 100m 产生 4m 的高低差、也就是 4%的坡度，与东海道新干线的 2%相比，容许更陡的坡度。东海道新干线的车辆，在车轮与轨道之间存在着摩擦，较陡的坡度会造成阻力，相比之下，浮在空中的磁悬浮列车就能以更为有利的条件行驶。

中央新干线从东京都出发，途经神奈川、山梨、长野、岐阜各县，直到爱知县。目前决定除了品川站和名古屋站，每个县各设一个车站，暂定站名为神奈川县站、山梨县站、长野县站、岐阜县站。

在品川站，为了让它和 JR 东海的东海道新干线呈平行状态，基本会设在正下方的地底。轨道梁铺设的方向也和东海道新干线相同。站台和其他车站同样，也设在两边，两边都铺设两侧、也就是各 2 条，总计 4 条轨道梁，最多能提供 4 趟列车的磁悬浮列车发车和到达。



在这个车站靠近品川站方向 2.5km 的位置，计划将设置中部综合车辆基地（暂名）。在收容磁悬浮列车的同时，预计还将实施规模较大的检查和维修业务。

名古屋站是与目前的 JR 东海名古屋站基本上呈直角交叉的地下站。按目前的计划，这里将是终点，但中央新干线已经计划还将在 2045 年左右延伸到大阪方向，将来应该会成为 一个中途的车站吧。

中央新干线共有 43 个地点的隧道，总长度为 246.6km，占到整体的 86% 之多。东京、名古屋的都市中心部分都是地下 35km 左右的地下隧道，其中，品川—神奈川县站之间的第一首都圈隧道为 36.9km，在中央新干线中为最长。神奈川县站—岐阜县站之间延伸着长长的山岳隧道。其中，山梨县站—长野县站之间的南阿尔卑斯隧道（25.0km）、长野县站—岐阜县站之间的中央阿尔卑斯隧道（23.3km）姑且先不说其长，这些山脉的海拔较高，隧道就必须具备能承载大量泥土压力的结构。

中央新干线的路线确定后，尤其是开设中途车站的地区就会有很高的期待。沿线的自治体正在开展以车站为中心的都市计划，有一部分已经公布了车站周边的竣工构想图。在中央新干线和已有的铁路不连接在一起的山梨县、长野县这两个车站，如何通往市区这成为一个课题，目前考虑的解决办法主要是修整道路。

关于建筑工程问题，隧道的挖掘是否能成功，是决定 2027 年是否能够顺利开通的关键。尤其是都心部分有着地下 40m 之深的极深的隧道，再加上在贯穿南阿尔卑斯、中央阿尔卑斯的两条隧道上，人们对地质和地下水脉等的相关部分尚有许多未知的部分，可以预想施工过程将极其困难。

JR 东海铺设了延长 42.8km 的山梨实验线，目前正在使用 L0（L 零）系列作为试验用的磁悬浮列车实施测试。自 2014 年秋季开始，还举办面向一般市民的试乘会（收费），每次都是入选概率非常低的抽选，人气极高。

在中央新干线开通的同时，山梨实验线将被组入到神奈川县站和山梨县站之间的轨道梁的一部分。在这里进行的试验成果终有一天会开出美丽的花朵，梦想中的铁路会成为现实。JR 东海的预计开通时间是在 12 年之后。全球都在热切关注着磁悬浮列车——这么说也绝不为过吧。



L0（L 零）系列（照片：PIXTA）

[为日本外交政策论坛特别撰稿。]

梅原 淳

1965 年出生。梅原铁路公司代表。著书有《Shinkansen! Inside the Japanese Bullet Train Network》（2014 年）、《485 系物语》（2013 年）、《新干线的科学》（2010 年）等。