

土木工程结构抗震设计

日本土木工程学会
地震工程委员会 编

徐植信 孙 钧 石 洞 等译

同济大学出版社

土木工程结构抗震设计

日本土木工程学会
地震工程委员会 编

徐植信 孙 钧 石 洞 等译

同济大学出版社

(沪) 204 号

内 容 提 要

《土木工程结构抗震设计》是日本土木工程学会和地震工程委员会等汇编的各种工程结构抗震设计和研究资料(第七版)。其内容有近代强震造成的震害和近代强震目录;日本码头岸壁及墩台的抗震设计;给水系统抗震措施准则;日本沉管隧道抗震设计特点等。本书具有一定的学术价值和实用价值,现译成中文出版供我国工程技术人员和地震工程技术人员参考。

责任编辑 冯时庆

封面设计 王肖生

土 木 工 程 结 构 抗 震 设 计

日本土木工程学会
地震工程委员会 编

徐植信 孙 钧 石 洞 等译

同济大学出版社出版

(上海四平路 1239 号)

新华书店上海发行所发行

同济大学印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 14.75 字数: 370 千字

1994 年 1 月第 1 版 1994 年 1 月第 1 次印刷

印数: 1—2000 定价: 18.00 元

ISBN 7-5608-1246-5/TU·133

序

1986年冬，中国土木工程学会代表团应日中经济协会邀请访问日本时，承日本土木工程学会赠送几本该会组织编写的学术著作，其中有英文的《日本土木工程结构抗震设计》一书。它反映了日本在水坝、码头驳岸、给水设施、桥梁、水下隧道等土木工程结构的抗震设计经验和地震观测、震害及抗震试验的新情况，很值得我国有关工程抗震设计和研究人员借镜参考。

为此，商请徐植信教授主持、由他和孙钧、石洞、朱美珍、蒋通、许文善、陈三江、李永盛、瞿国祥、杨冰、黄健诸同事协力将该书翻译成中文出版，以便在我国广泛介绍。译文最后是按1988年的新版本定稿的。

本书可以说是中国土木工程学会与日中经济协会和日本土木工程学会友好往来的又一成果。谨向日本朋友们表示谢意。同时也对为本书翻译出版费心的同济大学同事们致谢。

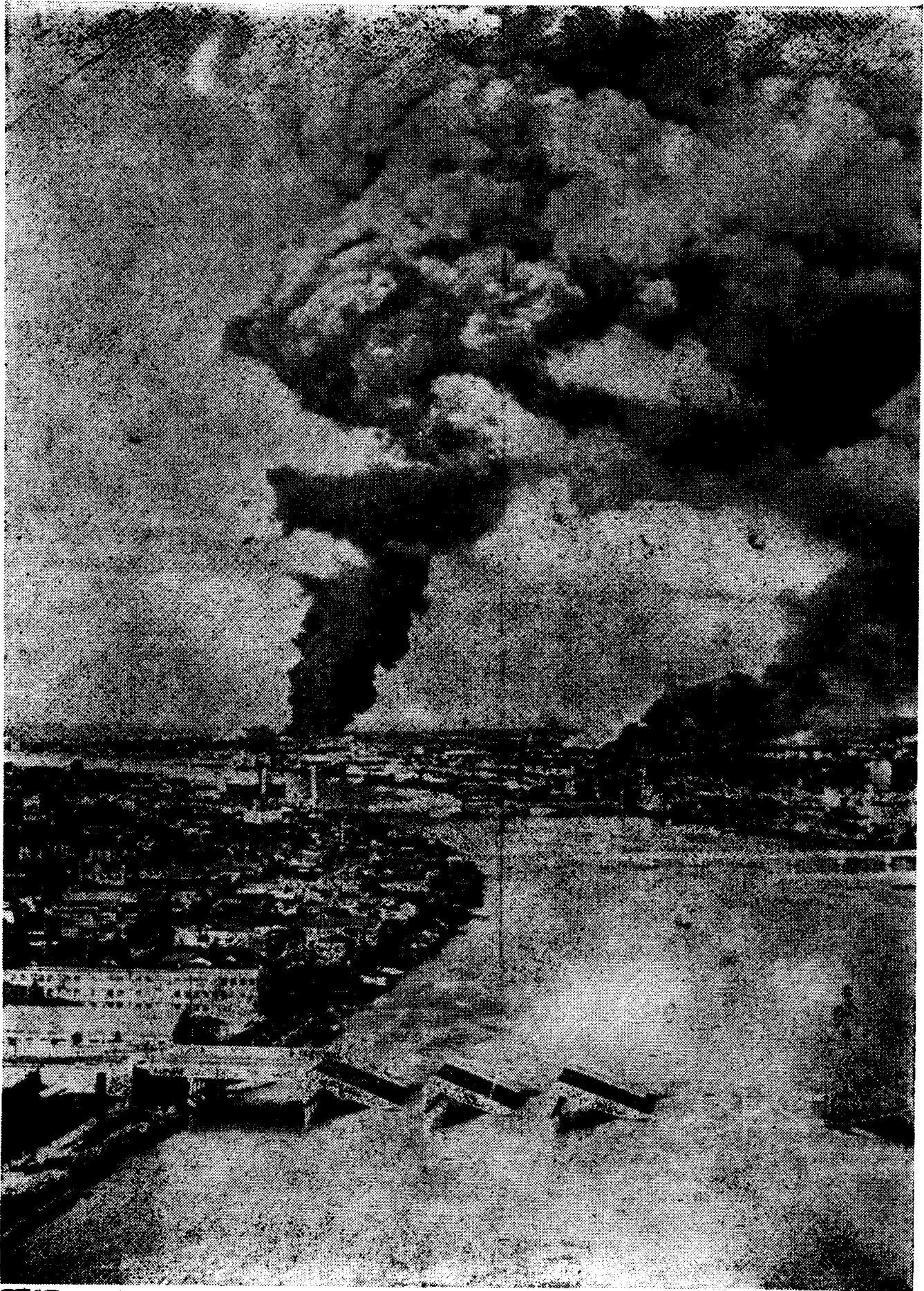
李国豪
1992年春

目 录

卷首插图(照片、图表).....	(1)
近代强地震造成的震害图片.....	(2)
日本有代表性的振动台和研究设施.....	(7)
日本的强震观测.....	(10)
近代强地震目录.....	(16)
日本破坏性地震分布图.....	(17)
日本坝抗震设计特点	
——日本全国大坝委员会.....	(19)
日本码头岸壁及墩台的抗震设计	
——运输省港口及港湾局、运输省港口及港湾研究所.....	(47)
给水系统抗震措施准则	
——日本给水工程学会.....	(93)
桥梁抗震设计	
——日本土木工程学会地震工程委员会	(119)
日本沉管隧道抗震设计特点	
——日本土木工程学会地震工程委员会	(177)

首卷插图(照片、图表)

近代强地震造成的震害图片



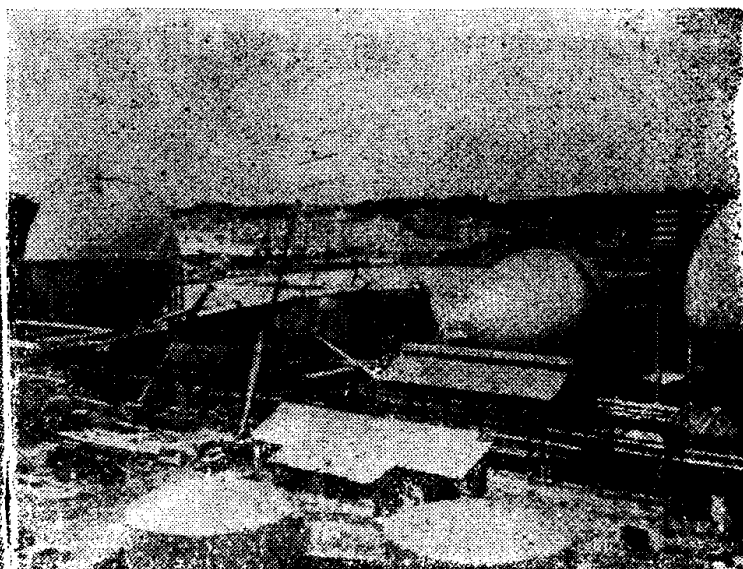
倒塌了的昭和大桥，远处可见从燃烧的石油罐中冒出的烟（新潟日报提供）

1964年6月16日**新潟地震** ($M=7.5$) 是日本近年来震害最大的地震。一些桥梁全部倒塌,砂土地基的普遍液化使各种工程结构产生破坏。一个炼油厂贮油罐的震害形态提供了现代城市地震灾害的一种新的类型。

1978年6月12日**宫城县冲地震** ($M=7.4$) 对土木工程结构和建筑物,尤其对现代城市生命线系统产生相当大的震害。



由于相邻主梁之间过大的相对运动使锦樱桥的跨一悬挂梁掉落在地面。

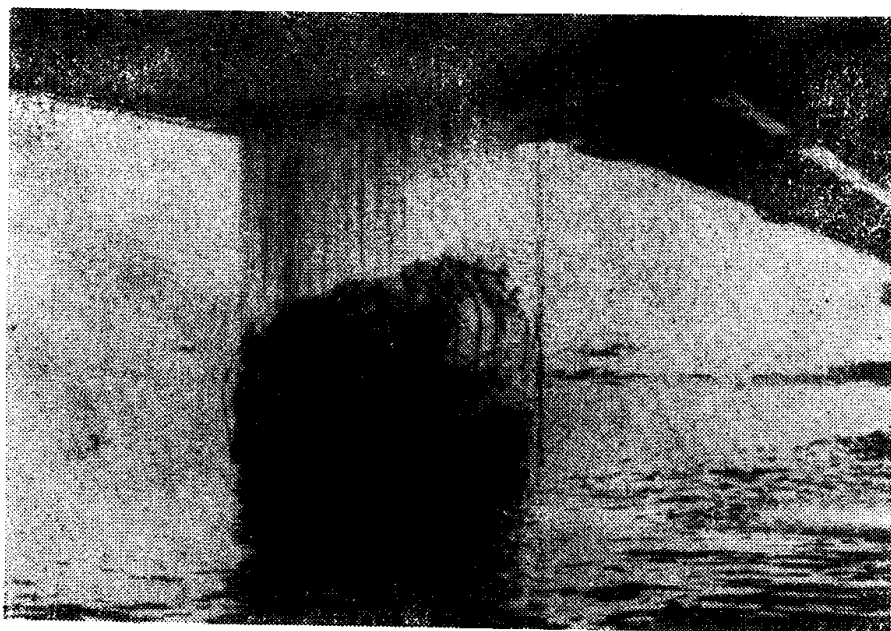


一个旧的水封低压气罐倒塌,并在随之而起的火中焚毁,幸而它没对邻近结构产生次生灾害。

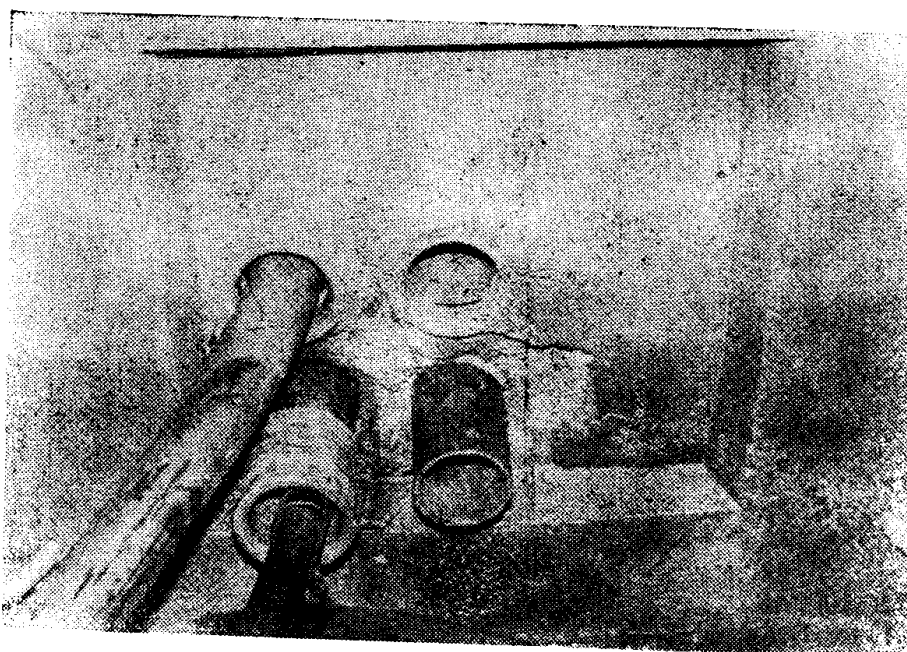


建造中的一些高速列车钢筋混凝土结构高架桥遭到破坏。

1982年3月21日浦河冲地震 ($M=7.1$) 使静内桥产生大范围的震害。

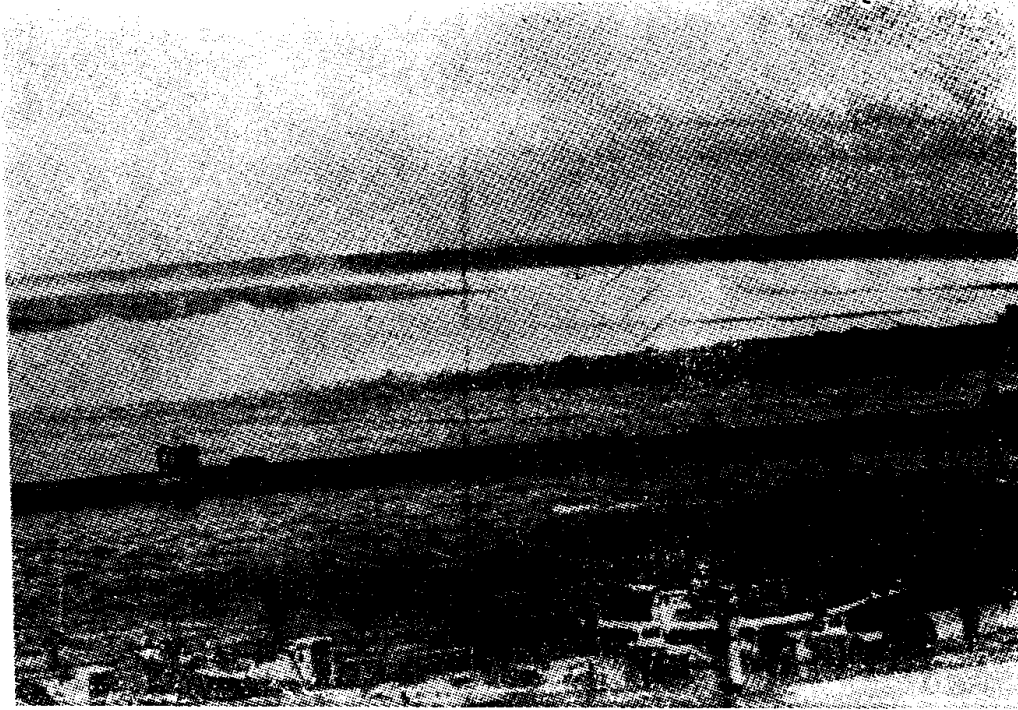


由三个三跨连续板梁组成的静内桥在所有钢筋混凝土桥墩处遭到严重破坏。震害最严重的3号桥墩出现大量水平与斜向开裂，部分混凝土剥落，钢筋外露。

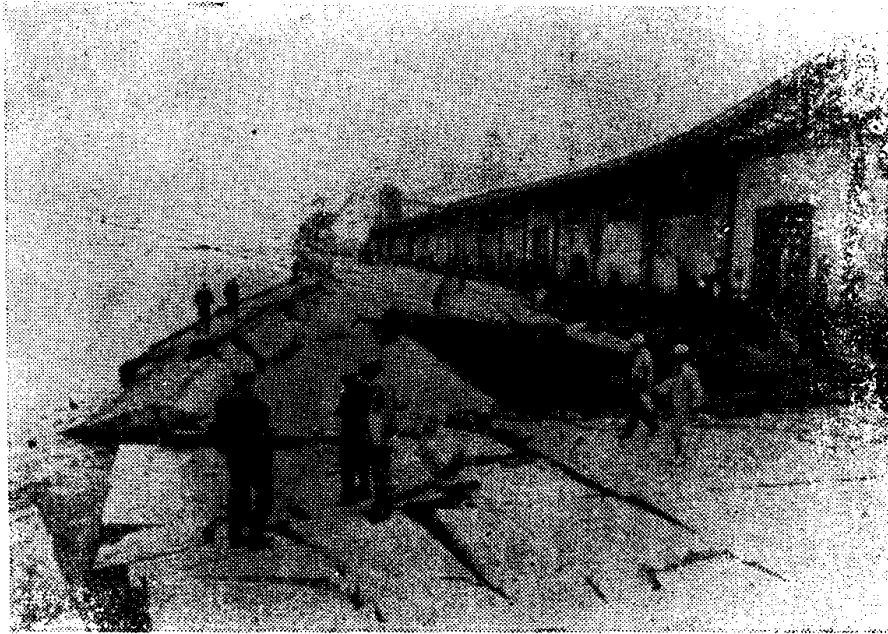


某地下电讯线路人孔中，聚苯乙烯管贯穿人孔墙，可见管与人孔的相对移动（照片由日本电讯电话公司提供）。

1983年5月26日日本海中部地震 ($M = 7.7$) 造成了大规模震害并引起海啸和液化。



海啸的第二个波浪前锋正袭击着北浦渔港。照片中央处防波堤高出平均水面 2.4 m。



如照片所示，在秋田港中岛1号码头墙处有明显沉降和变形。图示前面部分由钢板桩组（靠海侧）和预填骨料混凝土结构（靠陆地侧）建造。图示后面部分由蜂窝状块体建造。秋田港的最大水平加速度为 205 gal。震害区附近有喷砂现象。

某地下电讯线路的人孔因砂土液化而隆起。在地表面可观察到线路的痕迹（照片由日本电讯电话公司提供）。



1984年9月14日的长野县中部地震在御岳山和震中区引起巨大塌方。

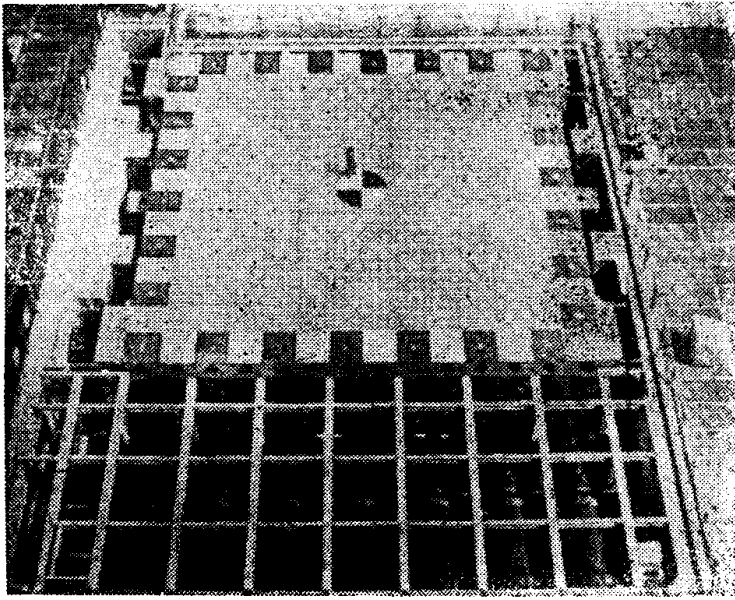


御岳山的南侧发生巨大塌方。坍塌的砂石滚入王滝河并形成天然坝和湖。总的塌方量估计约为 $35\,000\,000\text{ m}^3$ 。从照片上可看出塌方的顶部。



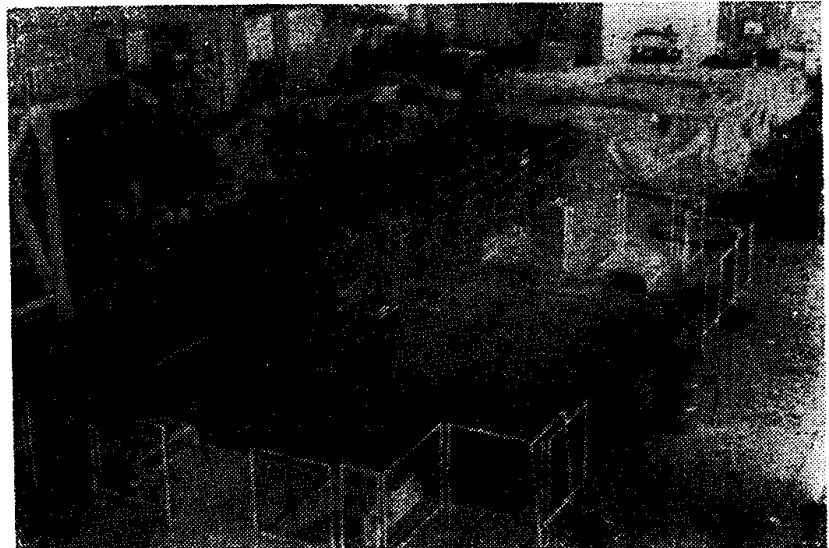
震中区的许多地方发生相对规模较小的塌方。照片中所示滝越地区的塌方冲走了许多住房和一个混凝土制造厂，并使13人丧生（照片由东京大学伯野教授提供）。

日本有代表性的振动台和研究设施

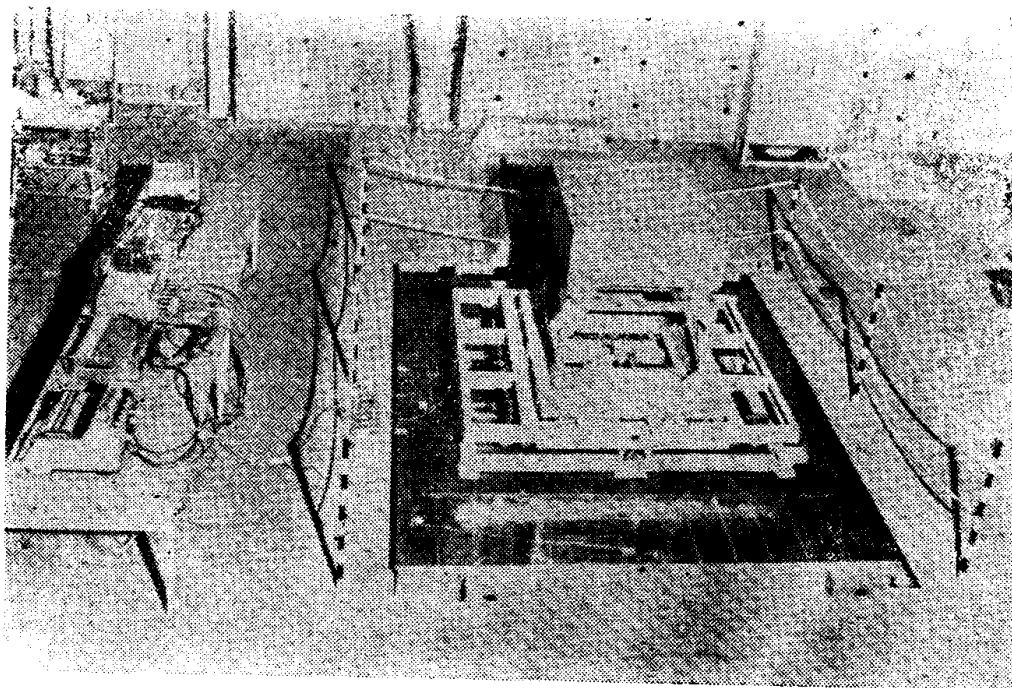


核动力工程试验中心的振动台台面尺寸为 $15\text{m} \times 15\text{m}$ ，最大承载能力为 1000t 。它可以水平向和竖向同时激振。满载时，水平向和竖向最大加速度分别为 1.84g 和 0.92g 。振动台由设置在重 150000t 重混凝土基础上的 7 个水平激振器和 11 个竖向激振器激振。

建设省建筑研究所的振动台尺寸是 $8\text{m} \times 6\text{m}$ 。它可在水平与竖直方向同时激振，满负载 (100t) 水平激振的最大行程，速度和加速度分别为 $\pm 75\text{mm}$ 、 60cm/s 和 0.7g ；竖直激振时，其能力减半。一个带有隔振装置的桥面和桥墩模型正在做减少设计地震荷重的试验。

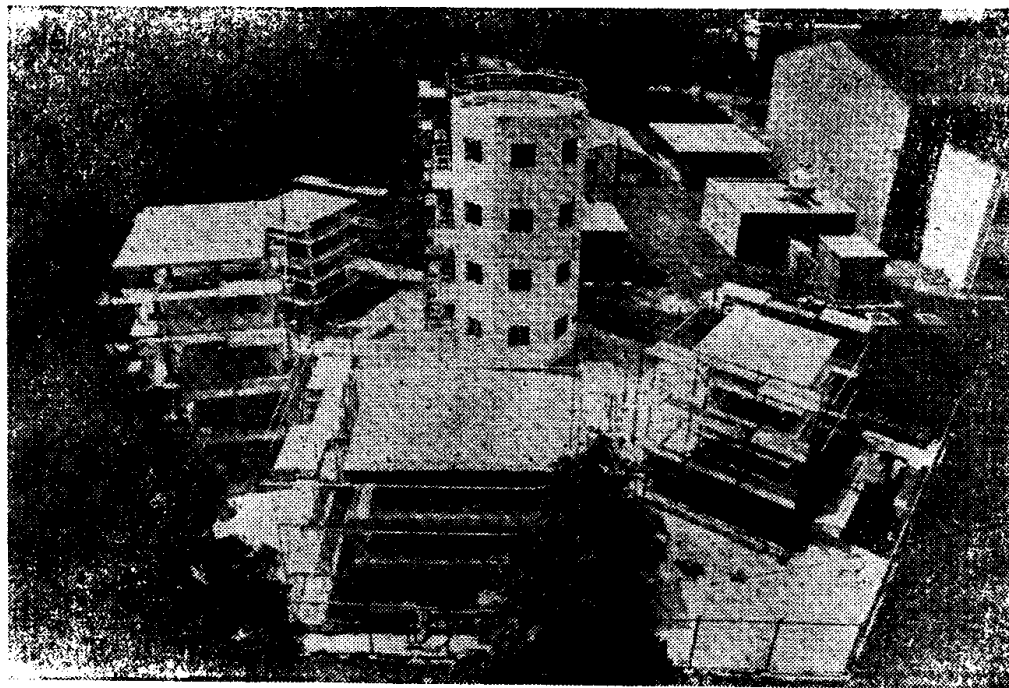


在建设省建筑研究所，正通过两个驱动器测试盾构隧道模型对纵向轴力的非线性性能。模型由 4 个直径 1.8m 长 0.9m 的环构成。试验目的是为改善静力和动力抗震设计方法提供资料。



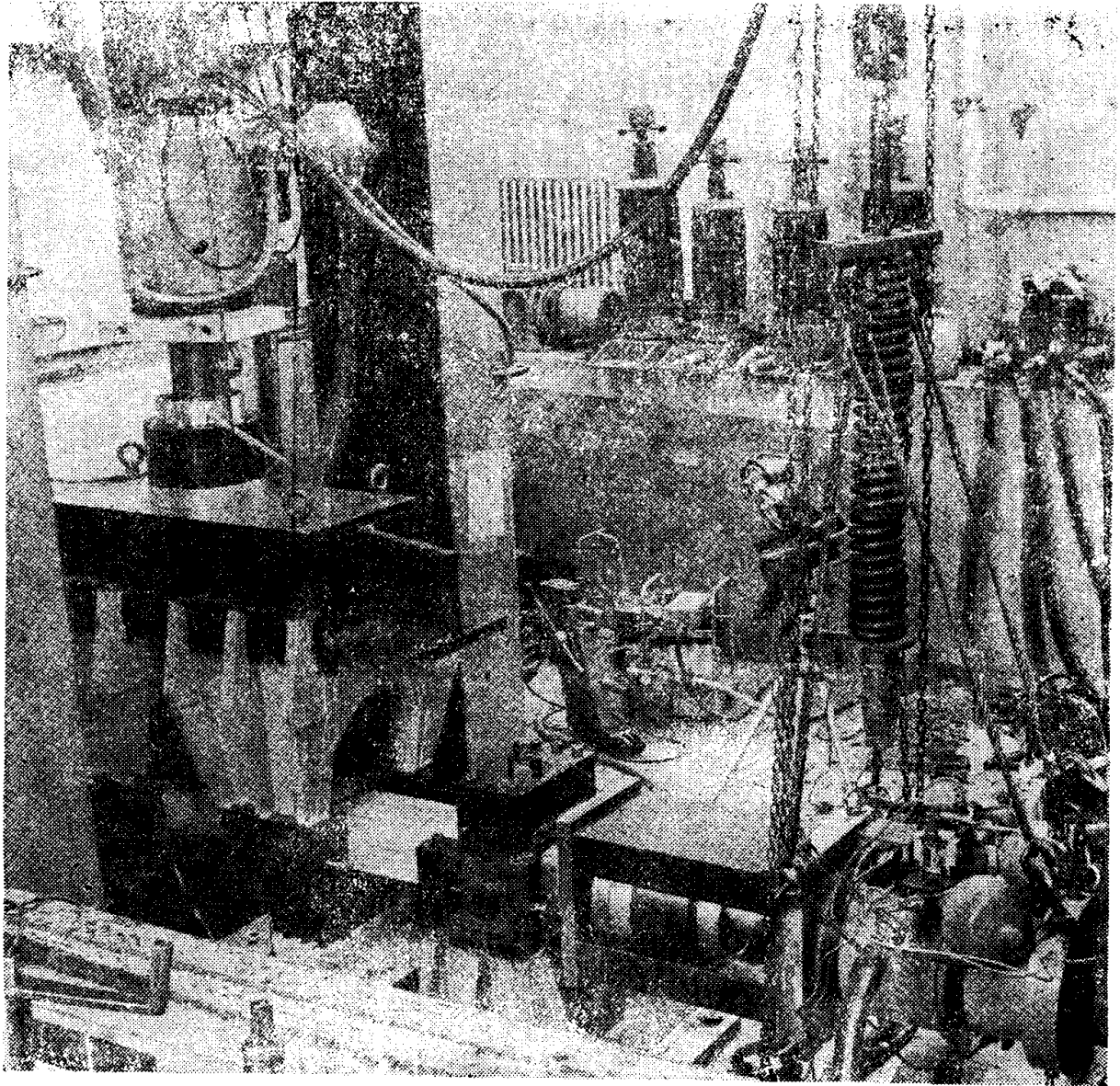
1983年东京大学生产技术研究所开始通过天然地震中实物观测和利用各种设备（诸如大尺寸振动台和两维振动台）的方法来研究土-结构系统的反应及其破坏机理。在研究中同时观测的内容包括：地震动与结构反应的544个分量；使用42个三维地震仪观测地震地面运动；两条埋设管线的状态；设计成在5度（日本气象厅烈度）时即有明显破坏的结构的地震反应；隔震楼板上仪器的动态以及土与结构的相互作用。照片显示了建造在千叶试验场的4个故意设计得较弱的结构和观测塔。地表面处最大加速度超过50gal的7个地震波记录，其中包括大于80gal的3个主震。

1987年12月17日，千叶县东邦冲地震袭击了千叶试验场，使该场地许多结构物发生振动。下述的许多重要现象被观测到：5层钢筋混凝土模型开裂，其自振周期延长，3层钢框架模型的斜杆屈曲，隔震器的明显效果及一个高5m的模型贮液罐薄壁下部象脚状的屈曲。



东京大学生产技术研究所两维振动台的指标为：台面尺寸：3m×3m；最大荷载：7t；振动方向：水平向与竖向；最大位移：±15cm（水平），±6cm（竖向）；最大速度：±75cm/s（水平），±35cm/s（竖向）；满载时最大加速度：±2g（水平），±1.19（竖向）；驱动系统：电动液压伺服机构。

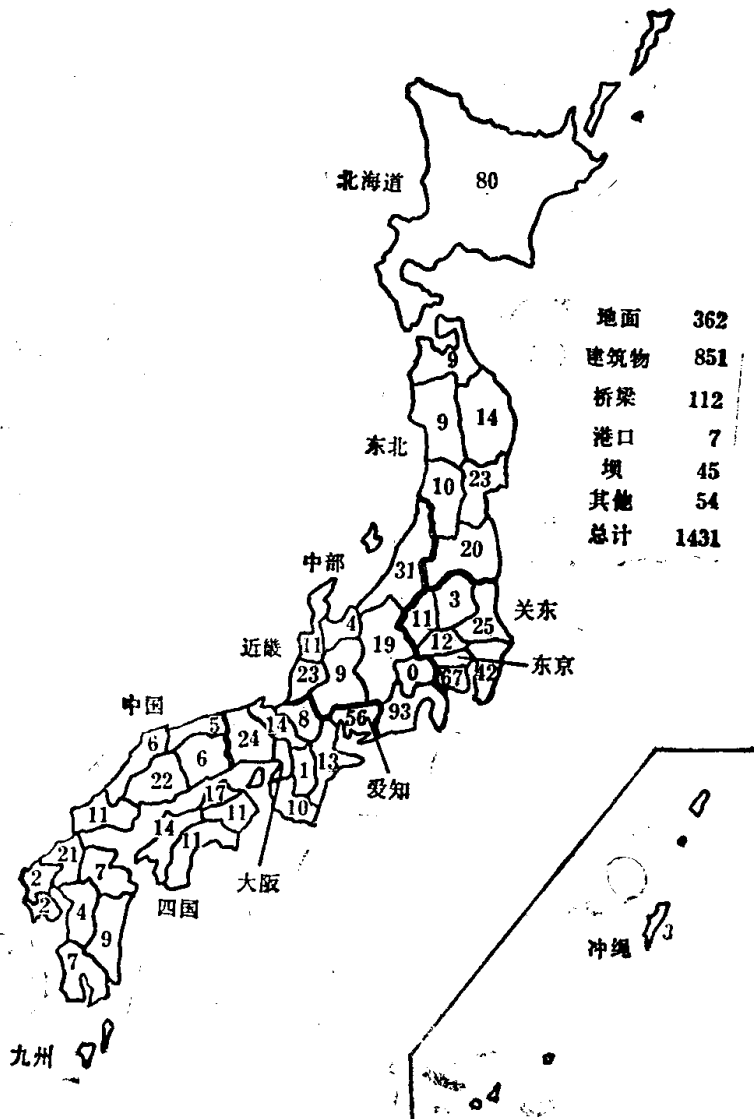
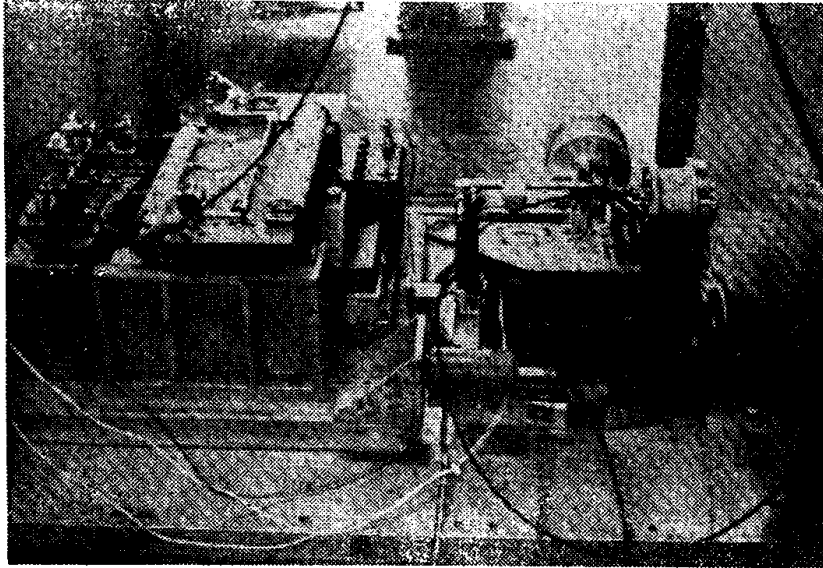
地震反应混合加载系统



地震反应混合加载系统（记作HYLSEK）是京都大学土木系研制的。在这系统中，地震反应由计算机根据构件实际的恢复力滞回曲线算得。受各种轴力的构件的非弹性弯曲反应在这一系统中进行试验。弯曲由位移控制，而轴力则是由反力控制的。

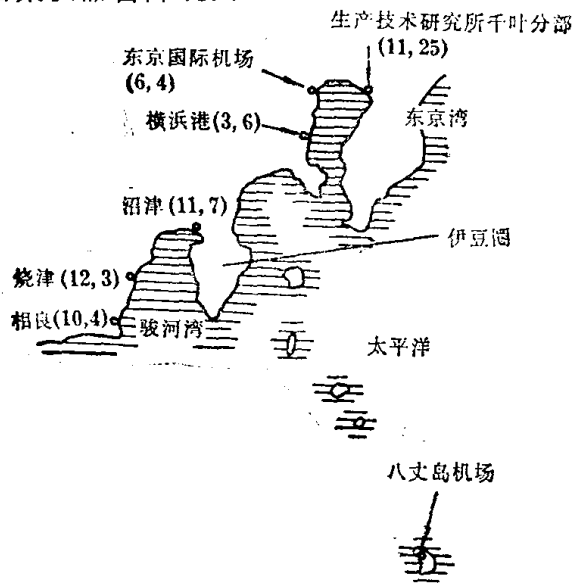
日本的强震观测

SMAC-B2(左)和SMAC Q(右)强震加速度仪。它们是机械式加速度仪，摆的自振频率为 7.14Hz(SMAC-B2) 和 20 Hz (SMAC-Q) 的机械型加速度仪。图中仪器的外罩已卸去，正进行振动台试验以检验其特性。新的带有数字式记录的伺服式加速度仪，如 DSA-1 和 SAMTAC-17s 已在日本许多地方设置。但这些加速度仪的数量未包括在下图数据中。

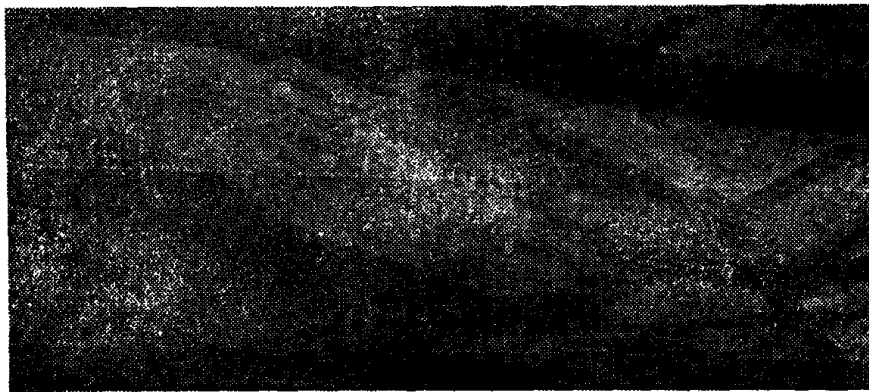


到 1988 年 3 月为止的强震加速度仪 (SMAC 型与 DC 型) 的数量。由强震运动观测学会统计。

密集仪器台阵观测



密集仪器台阵的位置，括号内数字表示地面加速度仪和井下加速度计的数量。每个加速度仪和加速度计一般有 3 个分量。

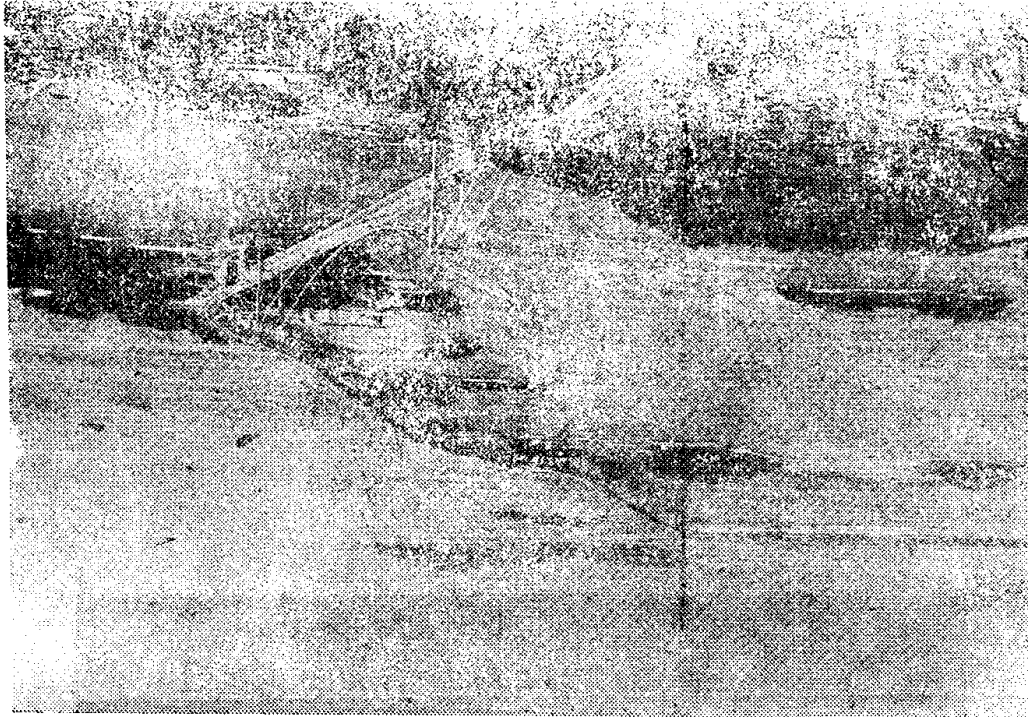


三维密集仪器台阵由运输省第二区港湾建设局布设在东京国际机场。十字型配置的台阵包括地表 20 台、地下 20 台及基岩中 8 台加速度计。沿 2500m 长跑道每 500m 布置 1—6 号的观测点。含砂土层中还布设了 30 台孔隙水压计。

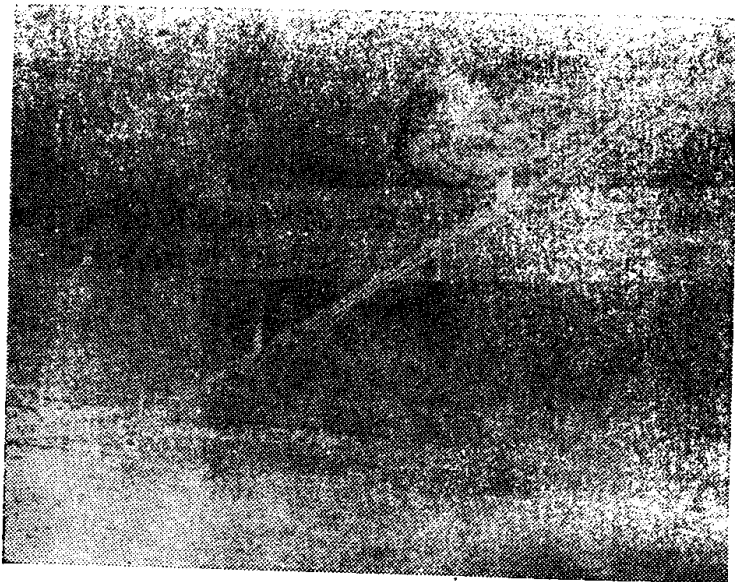


建设省土木研究所在静冈县相良布设的密集仪器台阵。10 个三分量加速度仪沿近似的 L 形设置在 1—10 号点的地表。4 个三分量井下加速度计设置在 4, 5, 8 和 10 的 4 个点处，深达 36m。

本州-四国联络桥， 儿岛-坂出线路



完成于1983年4月的儿岛-坂出线路是本州-四国联络桥的三条线路之一，它为用公路和铁路连接本州和四国岛提供了新的交通设施。这条10km长的线路包括3座悬索桥、2座斜张桥和1座桁梁桥。



北尾山-濑户桥和南尾山-濑户桥是一对中央跨度分别为990m和1100m的悬索桥，两边跨度为274m。由用于公路的上桥面和用于铁路的下桥面构成的30m宽13m高的悬吊结构通过锚固连续贯穿全长。

板石岛桥和岩黑岛桥是一对中央跨度为420m的斜张桥，桥与桥墩是用弹簧连接的，以减少地震力和控制桁架的位移。斜张索的布局是扇形多索系统，每根索由镀锌钢绞线（直径7mm）通过树脂灌浆固定在聚乙烯软管中。

