

编号: (81)020

出国参观考察报告

日本水工混凝土

科学技术文献出版社



目 录



005680 水利部信息所

前言	1
一、参观的六个研究所概况	18
(一) 电源开发株式会社及其土木试验所	1
(二) 电力中央研究所土木技术研究所	4
(三) 鹿岛建设技术研究所	8
(四) 建设省土木研究所	11
(五) 建设省建筑研究所	12
(六) 东京大学生产技术研究所	15
二、已建的四个水利水电工程	18
(一) 佐久间水电站	18
(二) 新丰根水电站	18
(三) 船明混凝土坝	19
(四) 秋叶坝	20
三、正建的四个水利水电工程	20
(一) 大川坝工程	20
(二) 川治拱坝	21
(三) 下乡抽水蓄能电站	23
(四) 佐久间第二水电站	25
四、坝工混凝土的现状和问题	25
(一) 水泥及混合材	26
(二) 骨料	28
(三) 外加剂	23
(四) 大坝混凝土配合比	31
(五) 混凝土质量控制	33
(六) 其他问题	34
附录: 粉煤灰吸附性试验方法	35
五、特种混凝土	36
(一) 钢纤维混凝土	36
(二) 碾压混凝土	41
(三) 水下混凝土 (KDT导管法)	47
(四) S. E. C工法混凝土	49
(五) 流动混凝土	52
(六) 石膏矿渣水泥混凝土	53
(七) 预填骨料混凝土 (P. A混凝土)	55
(八) 膨胀混凝土	55
(九) 聚合物浸渍混凝土	57

六、主要试验仪器设备	58
(一) 混凝土真三轴试验机	58
(二) 混凝土徐变试验机	61
(三) 大型构件试验机	65
(四) 混凝土热学性能试验设备	69
(五) 混凝土抗冻性试验设备	70
(六) 混凝土干缩试验设备	71
(七) 核电站混凝土试验设备	71
(八) 其他	72

日本水工混凝土

水工混凝土技术考察组

赵佩钰、关英俊、吕宏基、姜福田、杨德福

前 言

水利部水工混凝土技术考察组一行五人，于1981年2月23日至3月14日对日本进行了考察、访问。

在访日期间，考察组参观、考察了六个研究所的有关水工混凝土的科研设备、试验室及试验技术；参观、考察了五个水电工地的有关水工混凝土的施工技术、设备及质量控制，并同有关的教授、科学工作者及工程技术人员进行了多次讨论和交谈。

通过参观、考察，了解了日本水工混凝土研究的现状及其发展趋势，了解了日本有关科研单位的组织机构和设备情况，可供我国生产和科研工作参考。我们认为，值得借鉴、参考的主要之点有：

水工混凝土的科研工作应密切结合生产，应用基础研究也是为了促进生产，使科研成果迅速应用到生产中去。科研机构设置，要根据生产的需要来确定其规模，中央与地方合理搭配，充分发挥人力与物力的效果。重视科研设备配套，认真按规程、规范进行操作，需要什么补齐什么，不要盲目求洋求新。

以下就我们这次考察日本的情况加以介绍，供有关方面参考。限于水平，不妥之处，敬希读者指正。

一、参观的六个研究所概况

（一）电源开发株式会社及其土木试验所

1. 电源开发株式会社

日本战后严重缺电，于1952年由国家投资创建“电源开发株式会社”，到1980年1月已建发电设备：（最大许可输出功率）水力48处，5,957,600千瓦；火力5处，1,792,500千瓦。输电设备：（全长）20,192公里（超高压输电线17,064公里）。变电设备：（许可输出功率）4处4,736,000千伏安。变频站：（许可输出功率）1处300,000千瓦。

销售电量：（1978年4月—1979年3月）179.5亿度。

电费收入：（1978年4月—1979年3月）1504亿日元。

电源开发株式会社海外技术协作业务的种类有技术调查团的调查、计划、设计；施工监督的承担；技术专家的派遣；进修人员的接待等。技术类别包括水力、火力、原子能、天然气发电、输变电设备等，以及涉及到电源开发所拥有技术的全部领域。

该社在海外建设的工程有：泰国 Srinagarind 坝（堆石坝，坝高136米，发电厂装机72万千瓦），1980年完成第一期工程，装机36万千瓦；土耳其 Hasanugurm 坝（堆石坝，坝高175米，发电厂装机50万千瓦），1980年完成第一期工程，装机25万千瓦；秘鲁 Tacha 发电站，3.5万千瓦，于1970年完成；厄瓜多尔 Nayaon 发电站，3万千瓦，于1974年完成；菲律宾 Cagayan 230公里的23万伏输电线和140公里的7万伏输电线；秘鲁利马与钦博特间400公里的22万伏输电线，近期即可完成。

到1979年，该社技术人员共2430人。其中土木技术人员（包括地质、土木机械）540人，建筑技术人员90人，电气技术人员（包括火力机械）1730人，化学原子能技术人员70人。

2. 土木试验所

电源开发株式会社承担的工程对地基、土木和建筑等必要的试验由土木试验所完成。因此，该所的任务是研究大坝和电厂设计、施工及其运行和维护问题。土木试验所于1955年10月建立，当时只有水工研究室和混凝土研究室，1964年才初具规模，可进行静、动结构试验和土质、地基试验。

试验所下设工程课和管理课。工程课下设水工研究室、结构研究室、混凝土研究室、涂装研究室和研究开发室。

水工研究室共18人，结构研究室共30人，混凝土研究室共7人，研究开发室共13人。全所共有85名职工，其中技术人员50名，占58%。

（1）水工研究室

电源开发承担的工程几乎全部或至少做一个水工模型试验，以验证设计的可靠性。除模型试验外，还进行原型观测，进一步验证设计的可靠性，同时对运行和维护提供资料。

（2）结构研究室

结构研究室的主要任务是坝的地基及填筑材料的研究和坝与厂房结构静态和动态性质的研究。有关结构基础的试验研究包括在混凝土坝、厂房和隧洞岩盘上进行现场岩基力学性能试验，以及取样在实验室进行物理力学性能试验。土石坝软弱岩基现场和实验室物理力学性能试验。有关冲填坝筑坝材料的试验研究包括填筑材料物理力学性能的测定，大型三轴试验、直接剪力试验和震动碾压试验。有关静态和动态结构试验包括坝的应力结构模型试验，坝的破坏试验和坝及其他结构的地震试验。

用电子计算机进行数据处理。一个大容量的电子计算机设在本部办公室。结构研究室主要试验设备见表1-1。

（3）混凝土研究室

混凝土研究室的主要研究任务是大坝混凝土，改进质量控制技术和加快施工进度；现场混凝土质量控制；多轴应力试验；高温防护混凝土和原子能电站预应力混凝土反应容器的研究。

聚合物混凝土也在进行研究。

主要实验项目有：骨料试验——质量和级配，和水泥与混凝土拌合物试验——质量和配合比（包括提交工程前的鉴定试验）。混凝土性能试验包括调度、和易性、强度、抗渗性及

耐久性等和施工质量控制。

混凝土研究室主要试验设备见表1-2。

表1-1

主要结构试验设备的名称和规格

名 称	规 格	名 称	规 格
地基试验设备:		11. 应变记录仪	数字型, 全自动, 测点240
1. 千斤顶	300、150、100、50吨	12. X-Y记录仪	X轴, 6 通道
2. 电动液压泵	最大载荷400公斤/厘米 ²	13. 大型震动台	台面5米×5米, 载荷22吨, 频率5—50赫芝, 振幅0—5.7毫米, 最大加速度4 G
3. 手动液压泵	最大载荷600公斤/厘米 ²	14. 小型震动台	台面1米×1米, 载荷250公斤, 频率50—3300次/分, 振幅±2.5毫米, 最大加速度±6 G
4. 变位测量仪, 填筑材料试验设备:	全自动记录	15. 大型动三轴压缩试验机	液压震动物, 最大压力250公斤/厘米 ² , 频率0.5—10赫芝
5. 大型剪力试验机	最大载荷200吨	16. 小型动三轴压缩试验机	液压震动物, 最大压力250公斤/厘米 ² , 频率0—12赫芝
6. 三轴压缩试验机	最大限定压力20公斤/厘米 ²		
7. 震动碾静态和动态结构试验设备:	最大载荷120吨		
8. 压缩试验机	Amsler型, 20吨		
9. 万能试验机	olsen型, 1吨		
10. 油 泵	最大压力400公斤/厘米 ² , 45通道		

表1-2

主要混凝土试验设备的名称和规格

名 称	规 格	名 称	规 格
1. 高温炉	10×10×20厘米, 1000°C	15. 雾室养生室	温度20°C, 湿度100%(45米 ²)
2. 自动劈开膨胀仪	自动控制压力和温度, 表盘式测微计	16. 蒸汽养生室	温度100°C, 湿度100%(2米 ²)
3. 震动筛(湿筛)	电—磁型, 1.0×0.5米	17. 高温养生室	600°C, 200°C
4. 震动筛(干筛)	电—磁型, 1.0×0.3米	18. 压力试验机	Amsler型500吨, olsen型200吨
5. 损角么耗机		19. 高温压力试验机	Amsler型200吨(600°C)
6. 大干燥器(控制温度)	1.2×0.7×1.6米, 0.9×0.7×0.8米, 200°C	20. 万能试验机	olsen型100吨, Amsler型30吨
7. 颚式碎石机	20马力, 10~20吨/小时	21. 三轴压力试验机	$\sigma_1 = 2800$ 公斤/厘米 ² $\sigma_2 = 350$ 公斤/厘米 ²
8. 锥式碎石机	100马力, 90吨/小时	22. 三轴拉力试验机	$\sigma_1 = 200$ 公斤/厘米 ² $\sigma_2 = 350$ 公斤/厘米 ²
9. 强制破碎机	20马力, 1100转/分, 8吨/小时	23. 干缩测量仪	表盘型, 对比型
10. 棒么机	20马力, 1吨/小时	24. 胀缩测量仪	表盘型, 对比型
11. 倾翻式拌和机	750升, 280升, 100升	25. 静弹性模量仪	表盘型
12. 强制型拌和机	100升, 250升	26. 动弹性模量仪	共振型, 超声波型
13. 震动试验设备	电—磁桌式震动物(150升)	27. 渗透试验装置	$\phi 15 \times 30$ 厘米(每组3个试件, 4组)
14. 稠度试验设备	震动型, VF型, VB型	28. 冻融试验装置	+4°C~—18°C, 10循环/天

(4) 涂装研究室

涂装研究室的主要任务是水电站压力钢管与钢闸门和位于海岸热电站冷却水进出口钢结

构的防腐蚀问题。研究内容包括涂料的选择、施工方法和维护。主要试验项目有：涂料和其他材料（底层涂料、防锈涂料）的物理化学性能试验和可涂性试验；干膜片试验的物理试验、化学试验、破坏试验、室外大气暴露试验、大气老化试验和盐水喷雾试验；涂料选择与涂装方法的现场试验、质量控制和机械涂装技术的研究。主要设备见表1-3。

表1-3 主要涂装试验设备的名称和规格

名 称	规 格	名 称	规 格
1. 大气老化仪	开 式	5. 抗热性试验装置	最高温度800°C
2. 盐水喷雾试验装置	盐 水	6. 磨损试验机	
3. 气体腐蚀试验装置	SO ₂ 等	7. 冲击试验机	
4. 浸渍和腐蚀试验装置	20°~60°C	8. 温湿度控制柜	温度—30~80°C 湿度20—95%

（5）研究开发室

近十年以来，日本水电站的开发，有利的坝址已经愈来愈少，今后修建的水电站将会遇到许多技术和经济上的困难，而又必须克服。另一方面生态的破坏也是一个实际存在的问题。研究开发室的任务就是要研究和解决这一系列新的问题。研究开发室的主要研究课题有：砂砾石沉积基础灌浆，渗流处理，沥青混凝土面板和自然保护等。

（二）电力中央研究所土木技术研究所

1. 概要

电力中央研究所自1951年设立以来，成为电气事业的综合研究机关，研究的范围涉及电力、土木、机械、化学、生物、经济等各个领域。

电力中央所属土木技术研究所承担关于水力发电、火力发电、原子能发电以及送变电设施的土木工学的各种课题。

从1945年到1955年，主要研究水力发电。其后逐渐增加火力发电及原子能发电的研究。目前原子能发电的研究占了很大比重。

电力中央所属土木技术研究所现有职员 150 人，大部分是研究人员。下设环境水力学部、地盘耐震部、构造部和地质部四个部。共占地面积74000平方米。

现在一年约有 330 个试验项目，其中85%的研究项目是为11个电力公司服务，15%的项目是自己内部的研究课题。

该所建有世界第一流的造波试验场，浪高达 2 米，有四个水力试验厅。

电力中央研究所所属土木技术研究所下设七部一室。（1）总务部；（2）研究业务部；（3）特别委托业务部；（4）环境水力学部（分海洋环境，海洋水力学，海岸环境，河流环境，水道水力学 4 个研究室）；（5）地盘耐震部（分地震波动，抗震，地下结构，土质，地盘基础 5 个研究室）；（6）结构部（原子能结构，土木结构，材料结构，原子能环

境)；(7)地质部(分3个研究室)；(8)大型输送容器特别研究室。

2. 部分研究室的主要工作内容

(1) 原子能结构研究室

原子能发电所的基础、格纳容器等混凝土结构物的结构分析及关于设计技术的调查、研究和试验。

(2) 土木结构研究室

水力发电所、火力发电所、大容量送变电等电力设施的结构分析，以及关于设计技术的调查、研究和试验。

(3) 材料结构研究室

钢及混凝土等材料的力学特性，以及关于结构强度的研究和试验。

(4) 原子能环境研究室

原子能发电所放射物废弃物的处理。(以上四个研究属于构造部)。

(5) 海洋环境研究室

原子能发电站，火力发电厂的取水排水等沿岸海域及海洋的水力学现象的调查、研究和试验。

(6) 海岸水力研究室

原子能发电站、火力发电厂等的临海及外洋设施的水力学以及海滨现象的调查、研究和试验。

(7) 河川环境研究室

保护河川环境，对河川、湖泊、贮水池的水利学，水质及流砂、堆砂的水力学现象进行调查、研究和试验。

(8) 河川水力学研究室

对河川流域特性、洪水径流、洪水传播、综合防洪措施等在水力学方面的调查、研究和试验。

(9) 渠道水力学研究室

关于发电所的取水口、出水口、取水渠道、放水渠道的水力学方面的调查、研究和试验。(以上五个研究室属于环境水力学部)。

(10) 地盘基础研究室

关于原子能发电所的地盘和基础构造物的力学及地下发电站的安全性的调查、研究和试验。

(11) 地质研究室

关于原子能发电站、火力发电站基础土质力学和填充坝大型铁塔等安全性的调查、研究和试验。

(12) 抗震波动研究室

对地震波力学和对原子能发电站房屋建筑、炉心构造、管路系统等的耐震性的调查、研究和试验。

(13) 耐震研究室

关于结构物的振动力学和关于原子发电站的基础、电力机器、坝等的耐震性的调查、研究和试验。(以上四个研究室分别属于地盘耐震部或地质部)。

3. 目前的主要研究课题

(1) 构造部

原子能发电站混凝土格纳容器的力学特性；
原子能电站放射性废弃物的固化处理；
高张力钢材、膨胀性混凝土、树脂材料等各种土木材料的力学特性及热性能；
排烟脱硫石膏的有效利用。

(2) 地质部

各种电力结构物的基础地盘及其周边的地质构造；
岩盘及岩石的物理性质；
爆破冲击的影响；
地盘内的地下水流；
断层活动性的评价。

(3) 地盘耐震部

软质地基动力学特性；
大型送电铁塔、地下埋设管等的耐震性和安全性；
堆石坝、地下电站的安全性。

(4) 环境水力学部

冷却水取放水设施的水力学设计；
临海发电所的海岸结构、海下结构物的水力学设计；
扬水式发电站取放水口、渠道系统的水力学设计和运用解析；
河川、贮水池的水质预测及水质保护措施；
土砂流送机理、贮水池的堆砂。

4. 主要试验设备

主要试验设备分别见表1-4, 1-5, 1-6。

5. 观感

土木技术研究所在日本电力系统有关土木技术的研究中，在技术力量及设备方面都有较高的水平。主要研究人员构造部有青柳、奥田、河角、阿部、大沼、小林、中野、加藤、金津等人。技术力量比较雄厚，水平较高。混凝土方面的主要设备有：混凝土徐变试验设备（包括高温二轴徐变试验设备）、混凝土热性能试验设备（包括热扩散、热传导率、热膨胀系数、绝热温升等）、混凝土疲劳试验设备、三轴压缩试验机、动三轴试验机、干湿耐久性试验装置、干缩应力测定装置等。设备比较先进。该所过去对大坝混凝土进行过大量的研究。但目前该所在混凝土方面主要研究有关原子能电站混凝土的问题。此外，对膨胀混凝土、纤维混凝土、浸渍混凝土也进行研究。对三轴与单轴的关系、高温徐变、混凝土抗磨、钢筋锈蚀和止水板等也进行研究。

无论过去和现在，其特点是密切结合生产，理论性研究很少。

表1-4

地盘、耐震方面的设备

设备名称	目的	设备概要
大型液压加振实验装置	原子发电所、大电力送电用机器、填充坝、地盘等的振动性实验	振动台6米×6.5米,最大载重120吨,最大振幅±50毫米,振动数范围10~1200RPM
偏心重量式起振实验设备	原子发电所的振动特性现场实验	最大起振力 150 吨, 振动数范围 1—20赫兹, 所要电力 500 千伏安, 总重量80吨, 精度±0.5%
地震波动观测装置	原子发电所, 填充坝等大型电力设施的设计地震力的地震观测装置	地震计(加速度计、速度计) 20台, 长时间资料记录器
动的地盘系数测定装置	原子、火力、送变电设施的地盘, 地震时的动的变形特性实验。	钻孔尺寸: 80毫米, 深50米, 加压力: 最大30公斤/厘米 ²
振动计测记录处理装置	大电力送电用机器、填充坝的振动实验资料及地震观测资料处理	万能入出力装置10字/秒
由于地盘的上下动及水平动引起的动剪切型二轴应力、应变实验装置	原子发电所斜面、岩石填充坝等的直下型地震耐震设计时的地盘材料, 要求动的强度的实验装置	最大冲程±5厘米, 剪切应力±2.5公斤/厘米 ² , 振动数0~10赫兹, 最大振幅±2.5厘米。
软质岩石的三轴压缩试验装置	原子力、扬水发电所岩盘的材料特性测定	最大荷重10吨, 侧压: 200公斤/厘米 ²
徐变试验装置	地下发电所、隧洞等的岩石、土的徐变试验	自动控制液压式装置: 60台, 油压200公斤/厘米 ²
比拟型振动解析装置	振动资料的波形解析	直流增幅器84成分, 积分素子26台, XY记录仪。
大型三轴压缩试验装置	填充坝材料, 火力发电所地盘材料的三轴压缩变形特性测定	供试件尺寸: 直径30厘米, 高70厘米, 最大荷重: 轴压50吨, 侧压15公斤/厘米 ²
动的三轴压缩试验装置	填充坝岩芯材料及土质材的地震时的强度、变形测定	供试件尺寸: 直径10厘米, 高250厘米, 轴压、侧压: 7±3公斤/厘米 ²
大型土质构造载荷装置	坑基础的水平抵抗、变形特性模拟试验	最大铅直能力150吨, 动的57吨

表1-5

结构方面的设备

设备名称	目的	设备概要
加压水槽	装放射性废弃物容器的固化体等高压实验	内径90厘米×内高220厘米, 最大水压500公斤/厘米 ²
予应力混凝土载荷实验装置	原子力发电所PC容器实验	PC 钢材紧张装置(最大油压800公斤/厘米 ²) 变形, 温度多点自动记录装置
变动温度负荷控制装置	原子力发电所PC容器, 遮蔽混凝土实验	最高温度120°C自动, 程序控制温度控制装置
混凝土热特性实验装置	原子力发电所 PC 容器, 遮蔽混凝土实验	热扩散、热传导率测定装置, 热膨胀系数测定装置, 绝热热量计
混凝土徐变实验装置	原子力发电所PC容器, 遮蔽混凝土实验	高温二轴徐变试验装置, 高温槽内径100厘米高30厘米, 温度20~100°C, 最大压力200公斤/厘米 ² 。一轴徐变试验装置: 最大荷载应力100公斤/厘米 ² , 试件直径15×60厘米
混凝土疲劳试验装置	原子力发电所钢筋混凝土构件等实验	电磁油压式最大容量: 静的100吨, 动的75吨, 荷重变形两用控制频率600次/秒
多点变动荷重载荷装置	铁塔模型等的实验	最大压力(油压) 210公斤/厘米 ² , 流量80升/分

续 表

设 备 名 称	目 的	设 备 概 要
钢材疲劳实验装置	水压铁管、埋设管、铁塔部件等实验	钢材疲劳试验装置：加振力 ± 10 吨，振数0.1~50赫兹，河本式疲劳试验机20吨
钢材高速度载荷实验装置	水压铁管、埋设管、铁塔部件等实验	容量5吨，变位速度0.1~10米/秒
钢材万能试验装置	水压铁管、埋设管、铁塔部件等实验	200吨折线型一台，50吨油压型2台
混凝土强度试验装置	原子力发电所用混凝土、放射性废弃物固化体等的试验	500吨、300吨、100吨压缩、弯曲试验机，20吨拉伸试验机
极低温电缆材料的力学特性实验装置	极低温电缆材料在极低温下的力学、热的实验	静的、动的、疲劳各试验用液体碳素、冷却装置，温度 -196°C

表1-6

地 质 方 面 的 设 备

设 备 名 称	目 的	设 备 概 要
岩石三轴压缩试验装置	电力设施基础地盘的岩石试验	最大轴压300吨，侧压200吨，试件尺寸 $\phi 220 \times 320$ 毫米

(三) 鹿岛建设技术研究所

1. 概 况

鹿岛建设技术研究所建于1949年。现在位于东京都调布市飞田给。占土地面积23577平米，建筑面积20,406平米。

研究所的工作根据每半年召开一次的技术研究所运营委员会所制订的方针确定。委员会受鹿岛建设株式会社社长领导。

研究所与鹿岛株式会社的管理、营业、设计、施工部门保持密切联系。研究所主要进行以下任务：（1）新技术的研究与开发；（2）解决设计和施工中遇到的各种问题；（3）收集和提供技术情报；（4）技术教育。

为满足建设大型的和复杂的工程的要求，仅采用传统的土木技术已经不够。现在必须注意环境工程、人类工程和管理工程和其他技术领域。为满足综合研究的要求，对某些专门课题组织由所内各部参加的专题组。

1980年10月，全所职工总数为302人。其中研究管理人员和研究人员219人。按专业分：土木67人，建筑105人，机械15人，电气13人，地质5人，数理4人，化学7人，物理3人。

研究所1974年经费为12.4亿日元，1979年经费为20.4亿日元。现在机械设备财产约5.5亿日元。

2. 组 织

研究所分一室六部。

(1) 企划调查室——研究工作的综合计划协调, 情报资料收集交流。

(2) 事务部。

(3) 土木部——与土木工程有关的材料、混凝土施工技术、结构以及地质、水文方面的调查研究。共分五个研究室。其中第二研究室任务是关于建筑材料和混凝土施工的研究。

(4) 建筑部——与房屋建筑有关的材料、结构、施工技术、地震地面运动和房屋振动方面的调查研究。共分四个研究室。其中第二研究室的任务是关于建筑材料和混凝土施工的研究。

(5) 土力学基础部——与土力学基础有关的调查研究。分二个研究室。第一研究室任务是与土木工程有关的土力学基础研究。第二研究室任务是与房屋建筑有关的土力学基础研究。

(6) 环境工程部——环境工程及房屋建筑设备的研究。分二个研究室。第一研究室任务是环境工学。第二研究室任务是空调设备及其他。

施工机械部——机械化施工技术、机械设备和电气设备、量测控制方面的研究。

3. 主要研究内容

(1) 水工沥青混凝土——研究堆石坝采用沥青混凝土防渗面板和心墙时在设计与施工中的问题, 包括沥青混凝土配合比及其各种工程性质(压缩徐变、弯曲徐变和破坏特性)。为研究面板和心墙的稳定, 进行了三轴压缩试验、斜坡流淌试验、粘弹性体的温度应力的计算和实测等。

(2) 振动碾压混凝土——研究碾压混凝土配合设计方法、质量控制方法, 碾压层厚度、碾压速度等因素对混凝土力学性能影响以及微粉对稠度影响。

(3) 钢纤维混凝土——研究钢纤维混凝土的力学变形性质, 施工性与稠度, 配合比, 纤维形状与长直比力学变形性质的影响, 喷钢纤维混凝土工法, 湿法喷射法在隧洞衬砌施工中的适用性, 喷钢纤维混凝土的变形特性及纤维方向性的影响。

(4) 新奥法隧洞施工方法——研究在软岩中用锚杆和薄衬砌作隧洞支护的效果。用直径40厘米(1:15)的隧洞模型进行试验, 并用有限单元分析比较。

(5) 预应力钢筋混凝土驳船——五十年代以来各国对混凝土船的研究很多。研究的问题有: 船体强度分析、疲劳损伤、液化天然气贮藏及泄漏时材料的低温特性、船体热应力等。混凝土低温强度(到 -100°C)比常温强度高。

(6) 预应力钢筋混凝土斜张桥——研究斜张桥的地震特性。

(7) 矿渣水泥混凝土——研究矿渣掺量高的水泥(掺量高达90%)混凝土的基本性质。

(8) 大体积钢筋混凝土结构温度应力——研究温度裂缝控制、大体积混凝土施工时温度应力、水泥水化引起的温度应力分析等。

(9) 蛇管法浇筑混凝土——采用该法可浇筑数百米深的地下建筑物和水下建筑物的混凝土。

(10) 混凝土在多轴应力下的性质——主要为原子能电站预应力混凝土压力容器的设计施工提出基本数据。三轴和二轴试验用试件尺寸为10厘米 $\times$ 10厘米 $\times$ 10厘米, 最大荷重各方向为200吨。骨料为石灰岩碎石。1971年开始三轴抗压徐变试验, 试件为直径15厘米, 高40厘米圆柱体, 试验温度为 65°C 。于859天龄期开始加温, 923天龄期开始加荷, 1330天卸荷。

(11) 海水淡化厂蒸发器用混凝土——海水淡化厂采用混凝土蒸发器可降低水的淡化费

用。研究混凝土对热海水和热蒸馏水的抵抗能力，混凝土在高温状态下的物理性能，蒸发器的温度应力，混凝土的透气性等。

(12) 用硼和湿度计的示踪技术——这种技术没有放射性危害。硼示踪物的浓度可用中子湿度计探测。此法可用于检查土壤中的灌浆量；导管法浇筑混凝土的流动状态；用垂直砂排水稳定深层土壤时测土的沉陷量。

(13) 其他——原子能设施，包括预应力压力容器的混凝土模型试验；已建原子反应堆的动力特性，防止热污染的大型冷却塔等。土质、基础、地下工程大规模土方开挖，地铁、上下水道工程用的盾构法，软土地基改良，地下防渗墙等。钢结构改善，包括钢结构抗震设计法，钢材接合法，大型海船台等。环境保护，包括工业综合措施的噪音和事故防止，改善施工环境，排烟排水的扩散，噪音传播，高层建筑日影风害防止等。现场调查和观测，包括利用高压放电发生的电波探测深地层的土性质，探测深埋物的方法、用声发射法预测落石，利用放射性同位素测土壤压实时的含水量和密度，化学灌浆的施工管理，地下水流速度的调查，自动观测系统，开挖安全控制，钢焊接的超声波测试方法，已建钢筋混凝土结构的抗震能力检测方法，隧洞开挖中用激光的测量方法等。

4. 主要试验设备

(1) 混凝土及其他材料试验——各种万能试验机，混凝土三轴抗压试验机，快速冻融试验机，各种恒温恒湿养护室，沥青动力弯曲仪，沥青三轴抗压试验机，沥青疲劳试验机，自动X射线衍射仪，气体色层分离仪等。

(2) 50吨动力加荷装置——为电动液压密封循环式动力加荷系统。主要用于结构疲劳试验。可用荷载控制或用冲程控制。最大荷载为 ± 50 吨，最大冲程为200毫米。根据试验方法不同，可在反力地板或反力墙上安装预制混凝土反力框架。设备为美国制造。

(3) 大型结构试验楼——试验室总面积900平米。设反力地板和反力墙，最大容许弯距分别为280吨米/米和500吨米/米。可用实大结构和比例模型进行加荷试验。主要用于校核已设计的建筑物和新型结构设计的安全性。50吨动力加荷装置和大型振动台都设在该楼内。

(4) 大型振动台——有双向地震激振器，能模拟和重现垂直和水平振动合成的复杂振动状态。研究由地震引起的结构和地面破坏。台面尺寸为4米 $\times$ 4米，自重8.5吨。荷载重量20吨。加振器在水平方向为10吨4台，垂直方向为25吨4台。最大振幅在水平方向为 ± 150 毫米，垂直方向为 ± 75 毫米。最大加速度在水平方向为1.2g，垂直方向为2.0g（荷重20吨时）。频率0~30赫。设备最重要部分为液压控制设施。

(5) MTK系振动量测车——用于确定高层建筑、原子能电站等大型结构的振动特性。可以消除杂振动，求得真反应。

(6) 水工试验室——试验室长82米、宽35米。

(7) 风洞试验室——用于研究绕过建筑物的风环境和作用在建筑物上的风压。

5. 观感

参加接待的主要人员有：吉越盛次（为鹿岛建设株式会社常务理事，日本大坝委员会大坝施工技术分会主任，早年对粉煤灰作为混凝土混合材料做过较多研究工作），石井文雄（为鹿岛建设技术研究所副所长，工学博士），中原康（为该所混凝土方面的主要研究人员，曾研究碾压混凝土、钢纤维混凝土、水下混凝土、矿渣水泥混凝土、新奥法隧洞施工等），重

松和男(为该所沥青混凝土方面的主要研究人员,同时也研究混凝土)。

鹿岛建设株式会社在我国台湾省有事务所。

鹿岛建设技术研究所主要研究与施工技术有关的课题。在混凝土试验方面有各种温度和湿度的养护室(40°C, 40%; 80°C, 40%等),有低温养护室和水中养护池,各种热性能试验设备。三轴徐变试验设备和快速冻融设备。沥青混凝土试验室面积约100平米,有沥青三轴试验设备、疲劳试验设备,动力弯曲试验设备等。

鹿岛建设技术研究所设备较好,技术力量较强。

(四) 建设省土木研究所

1. 概况

建设省土木研究所(茨城县筑波群丰里町大字旭),在筑波科学城之北,占地南北约三公里,东西约一公里占地面积1,258,915平米,建筑面积为72,802平米,北邻就是建筑研究所。南北占地较长大都是各试验场所通路,在圆环型道路内分布有48个研究设施的研究室。

全所共有508人,其中科研人员310人占总人数60%在所长领导下设有研究调整官及地质官。其下分设总务部,企业部,地质化学部,河川部,下水道部,大坝部,砂防部,道路部,机械施工部,桥梁部,结构地震防灾部,此外还附属有新泻试验所。

研究调整官主要负责所内重要研究事务综合调整。地质官主要负责对有关地质调查、试验研究技术指导等协调事宜。

地质化学部下设地质、化学、混凝土3个研究室,共29人,混凝土研究室9人,包括研究员5人,辅助研究员3人。河川部下设河川,都市河川、水文、综合治水,海岸5个研究室,共42人,其中40人为研究人员。下水道部下设下水道、三次处理、污泥、水质4个研究室,共27人。大坝部下设大坝结构,堆石坝、大坝水工、水资源开发4个研究室,共34人,其中30人为研究员。砂防部下设砂防、滑坡、陡坡崩坍3个研究室,共24人。道路部下设7个研究室,共54人。机械施工部下设四个研究室,共40人。结构桥梁部下设3个研究室,共18人。

研究本部包括:管理部门,研究部门的全部研究教研室。此外还有会议室、图书馆、电算室及其他设施。电算室设有HITAC-M180计算机,图书馆备有10万余册图书资料的电动式书库,各层楼均备有大小会议室,第8层设有三种语言同时可翻译装置的国际会议厅。

2. 综合实验设施

水工、水质,土壤、材料、结构等各综合实验设施,有为各单位作基本的实验及小规模实验用的设备。

材料、结构综合实验室有钢材、混凝土、沥青、高分子材料等材料试验及进行小型结构试验的设备。

关于混凝土材料试验设备集中在材料,结构综合实验楼,有拌和试验室、养护室、砂石料试验室、混凝土热性能试验室、冲刷磨损试验室、恒温试验室、资料、材料保管室等各种试验室,并有各种强度试验用的试验机。在强度试验与混凝土有关的试验机中有400吨抗压试验机,200吨及20吨万能试验机,50吨疲劳试验机,50吨静荷载框架式试验机及备有10立

方厘米的试件用的三轴压力试验机。还有钢筋锈蚀试验室。

在强度试验室中设有冻融循环试验设备，可容纳30块试件的试验机，溢流盐水温度差达到 1°C ，规定箱内温度各处不大于 3°C 。

水工综合实验设施中有河川、防砂、各种实验用水工试验设备。水质水文综合实验设备中有工厂排水、污水的生物处理，下水的三次处理。

土壤综合实验设施方面有土、砂、岩石等有关各种试验室及有关建设机械安全性、自动化方面的实验室。

3. 结构方面实验设施

有桥梁及其它结构建筑物的强度、抗风、抗震等设备。

结构建筑物实验设备，桥梁及其它钢结构及混凝土结构建筑模型和大型模型实验设施。

3000吨大型结构万能试验机：是日本大型立式万能试验机荷载最大的，抗压3000吨，抗拉1000吨。该机装有应变、挠度计量用小型电算机计算数据的设施。还有大型显微镜，荧光X射线仪。

研究大型结构物动荷载试验设备，附有加振器，垂直荷载框架及水平作用力臂。有垂直 ± 150 吨，水平 ± 50 吨载荷能力。可以作垂直、水平两个方向静的和动的加荷。如作钢筋混凝土桥墩地震时的活动，可以在垂直加荷时作水平反复动荷载试验。框架支柱宽3.75米，高4米，试验大厅面积约 30×9 米，带有地下室的两层建筑物内设厚1.5米的钢筋混凝土盖板，板上设锚栓孔，可以进行框架试验。

实验测定的各种数据可用小型电子计算机进行处理，试验结果可用图表显示，随时用录像或打字机记录下来。

其次，振动实验设施及部件材料抗震强度实验设施方面，有用振动台作结构模型的抗震性测定设施，全长40米的大型振动台，上面有火车。

抗风工程实验设施，有颤动风洞、可变动空压的风洞、烟风洞等三台风洞，可进行长大桥梁等结构物由于风荷重作用等有关研究。

大坝抗震实验设施，有 4×4 米，载荷重40吨的震动台，可进行土坝及混凝土坝的地震时特性分析的模型抗震实验。

大气污染实验设施，可用风洞模型试验研究有关大气污染物质的扩散。

4. 其他设施

其他还有道路交通有关实验设施；水工、水质方面的实验设施，有大型水工厅面积10000平方米（ 50×200 米）；地质、土壤基础有关实验设施；其他共同利用设施等。

土木研究所内有共同为研究进修者宿舍会议用设施，并设有建设省附属的三个单位共同使用的建设省筑波进修研究会馆等设施。

（五）建设省建筑研究所

1. 概况

建设省建筑研究所（茨城县筑波群大穗町立原一番地）在筑波科学城西大路距土木研究

所北约一公里。该所是由东京新宿区百人町旧址迁移过来的，全部占地21万平米，建筑面积为67075平米，全所共有182人其中行政人员60名，研究人员126名。

该所于1948年建立，1980年迁移到筑波科学城。从1980年开始从国外招收研究生，科研设备都较现代化。

研究所分九个部。（1）总务部；（2）计划部；（3）第一研究部（住宅计划研究室，建筑生产研究室，建筑经济研究室）；（4）第二研究部（无机材料研究室，有机材料研究室，耐久性研究室，同位素研究室）；（5）第三研究部（基础研究室，振动研究室，结构研究室，抗风研究室）；（6）第四研究部（施工技术研究室，工业生产研究室，住宅建设研究室）；（7）第五研究部（防火研究室，防烟研究室等）；（8）第六研究部（都市计划研究室、设施、防灾、开发研究室）；（9）国际地震工程部（两个抗震工程室，应用地震室）。

各研究室见表1-7。

表1-7 研究室名称及占用面积

序 号	设 施 名 称	面 积 (米 ²)
1.	管理研究本馆	13313
2.	强度试验楼	3200
3.	大结构物实验楼	7215
4.	室外施工实验场	298
5.	室外火灾实验场	900
6.	大火灾实验楼	4907
7.	防耐火实验楼	2560
8.	车 库	200
9.	科研机械试作工厂	1250
10.	能源中心	562
11.	暴露试验场	10000
12.	建筑部件实验楼	2900
13.	同位素实验楼	957
14.	徐变实验楼	834
15.	建筑材料实验楼	2200
16.	建筑音响实验楼	635
17.	建筑环境实验楼	3872
18.	基础、土壤实验楼	1050
19.	风雨实验楼	1552
20.	地震观测研究楼	570

2. 建筑材料实验楼

本实验楼有水泥、混凝土、金属、木材、塑料、涂料等多种建筑材料的试验设施。钢筋混凝土两层建筑楼约2200平米。

建筑材料实验楼内部南边大部分是混凝土系统，南边的一部分和北边称作物理、化学系统。

混凝土系统有两个试验室。第一混凝土实验室约200平米，为中小型试验所用的实验室，室内温度可保持在20℃。第二混凝土实验室主要是为大规模试验所设的实验室。设有小型自动化拌合系统（一次拌料300立升）。

靠近混凝土实验室有养护室、恒温恒湿室（温度20℃，湿度60%），砂浆实验室、工具室、工作室等。

为试验强度性能有强度实验室。强度试验室备有100吨阿莫斯拉型压力试验机，200吨高温用压力试验机，100吨应变率试验机等各种性能试验机。

此外有冻融试验室，碳化试验室，还有资料管理室及准备试验室。

室外有砂石贮料库废品存放场等，材料和试件的运搬系用叉式升降机。现在正进行外加剂试验，以矿渣作为细骨料的性能试验，膨胀剂的性能试验，核电站用的混凝土的试验。

在物理，化学系统方面设有电子显微镜，分析设备及低温试验室等。

3. 徐变实验室

为进行建筑材料及构件的徐变性能试验，建成实验面积约为500平米的钢筋混凝土建筑物，室内设有构件徐变实验室，材料徐变试验室及高温徐变试验室等三个试验室和工具器材库、大厅、前厅、机械室等。

构件徐变试验室（约250平米）及材料徐变试验室（约150平米）全部可控制温度 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ ，湿度 $60 \pm 3\%$ 。还有高温徐变试验室（约100平米），室温超过40℃时可以自动控制也可以使室温下降。

构件徐变试验室有以混凝土材料为主的受压及受弯徐变试验机。试件断面为10×10厘米到80×80厘米，有高度为100厘米的混凝土柱受压徐变试验机。高温徐变试验室有常温250℃以下的混凝土徐变试验设施，备有各自单独进行徐变试验箱和干缩测定的试验装置。近来对靠近熔炉的混凝土，或大烟囱所使用的混凝土的热老化进行试验研究。对核电站或海水淡化等设施所使用的混凝土的抗热安定性进行研究。

4. 大构件实验室

近年来高层、大型、预制装配的建筑物发展很快。为了对建筑物设计既防震又经济，要在地震力下进行试验。本室为地上八层地下一层的钢筋混凝土建筑物，这些设施是世界最大的。考察时，见到他们正在进行七层建筑物框架抗震试验。

为了进行多种多样有效率的试验，对试验设备、加荷、计算处理，尽可能组成统一系统。

室内有15×20米及20×25米两座推力架和高度25米的推力壁，推力架上可放置最大底板面积为400平米的模型。推力壁置有多数可自动控制的千斤顶。试验可以准确地反映出地震时建筑物活动情况。

5. 强度试验厅

为了保证建筑物的抗震性及安全性，对建筑物部件及接合部分等进行强度试验、振动试验厅内，设有1000吨结构物试验机，中型振动台，抗弯试验机，短柱试验机等。

6. 暴露试验场

为了解建筑物结构部件的耐久性，在室外进行实际的日晒风吹雨淋等实验。