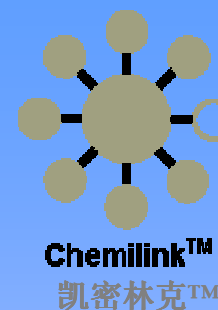


凯密林克科技中国学术/技术交流讲座

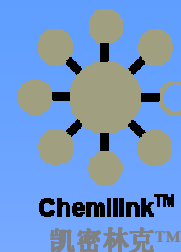
- 1) 中交四航工程研究院, 2009年6月9日, 中国广州
- 2) 长安大学公路学院, 2009年6月11日, 中国西安
- 3) 西安公路研究院, 2009年6月12日, 中国西安
- 4) 西安建筑科技大学, 2009年6月12日, 中国西安



凯密林克科技 在公路和机场建设中的应用

武冬青 博士

内容提要



1. 背景资料
2. 土壤的化学加固材料
3. 化学加固材料的设计及应用
4. 凯密林克科技在公路上的应用
5. 凯密林克科技在机场上的应用
6. 土壤加固法和常规法的比较
7. 结论
8. 凯密林克半刚性路面 (选讲)
9. 参考文献

1. 背景资料

简介 (录像：国际探索频道-建筑奇观节目)

为了保护自然环境，越来越多的施工现场材料(譬如各种类型的土壤) 被用于公路和机场跑道的建造

目前行之有效的是**生物/化学加固法**：

将合适的生物化学产品（粉状或液状）与当地土壤掺和及压缩，大幅度增强土的物理力学性能以满足工程需求

化学加固主要改善/加强土壤的以下**性能**：

- ❖ 土体稳定性
- ❖ 应力及应力-应变特性
- ❖ 渗透性
- ❖ 耐久性

2. 土壤的化学加固材料

2-1. 化学加固法

❖ 液状加固材料：沥青、水玻璃

⊗ 使用目的：减少粉尘、增加压实度

⊗ 缺陷：[1] 土壤适用种类和范围非常有限
[2] 浸水强度和稳定性极差
[3] 使潮湿土壤压实更为困难
[4] 耐久性差

❖ 粉状加固材料：

水泥、石灰、粉煤灰、聚合物型、生化型和
综合型

2. 土壤的化学加固材料

2-2. 常见加固材料

	加固材料	土壤适用范围	强度	耐久性
粉状	水泥	有级配粗颗粒土壤	开裂后强度损失	开裂后不耐
	石灰	较适用于粘土	增长慢	单独使用时较差
	综合型	广泛	增进早期强度	保水和防水功能 增长耐久性
液状	水玻璃	非常有限	浸水后不稳定	差

2. 土壤的化学加固材料

2-3. 凯密林克™加固系列产品

主要功能:

- ❖ 保持并增加浸水强度
- ❖ 形成半刚性平台效应
- ❖ 减低渗透性和可压缩性
- ❖ 改善长期工作性能

特殊功能:

- ❖ 扩大可应用的土壤范围
- ❖ 增进早期强度
- ❖ 分解土块，提高对细颗粒土壤的可应用性
- ❖ 迅速吸收/挥发土壤中过多水份
- ❖ 保水及减少收缩裂缝
- ❖ 防水功能

3. 化学加固材料的设计及应用

3-1. 加固材料设计标准

- ❖ 用量：所占需要固化干土的质量百分比
- ❖ 目的：改善土壤性能已达到工程技术要求
- ❖ 常规公路和机场跑道的设计标准：

UCS 无侧限抗压强度

0.75~1.5MPa (底基层)

1.5~3.0MPa 或更高 (基层)

CBR 加州承载力系数 (选择性的)

≥30% (底基层);

≥80~90% (基层)

M_R 动弹模量 (机场跑道)

≥3,000MPa (基层)

耐久性

干湿循环; 冻融循环

3. 化学加固材料的设计及应用

3-2. 化学加固法的施工方法

❖ 现场搅拌法

- ⊗ 标准法
- ⊗ 简化法

❖ 现场搅拌三个主要步骤

- ⊗ 摊撒
- ⊗ 搅拌
- ⊗ 压实

❖ 中心站搅拌法

- ⊗ 施工要求高
- ⊗ 搅拌质量好
- ⊗ 较适合大体积的土壤回填项目

3. 化学加固材料的设计及应用

3-2-1. 现场搅拌法



Mechanical Spreading



Mixing by Stabilizer



Compaction 1

a) 标准法



Manual Spreading



Mixing by Rotorvator

b) 简化法



Compaction 2

3. 化学加固材料的设计及应用

3-2-2. 中心站搅拌法



4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-1. 文莱试验路 (1995): 沼泽地区

- ❖ 基层 → 现场砂性土 + SS-108 (3%)
- ❖ 底基层 → 现场粘性土 + SS-108 (2.5%)

Table 2. Average Testing Data for Chemilink Trial Project

M/P Test		Plate Loading Test			In-Situ CBR Test (%)	UCS Test (MPa)
No. of Blows	Depth of Penetration (mm)	Peak Pressure (MPa)	Settlement Recorded (mm)	Modulus Of S/R, K (MPa/m)		
300	6.3	1.72	7.44	522.62 (Max. 812.48)	100 (Max. 129)	2.04 (Max. 2.67)

Where,

- | | |
|-------------------|--|
| 1) M/P Test | - Dynamic Mackintosh Probe Test |
| 2) Modulus of S/R | - The Modulus of Sub-grade Reaction |
| 3) UCS Test | - Unconfined Compressive Strength Test |

4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-1. 文莱试验路 (1995): 沼泽地区



A) 现场钻探取样



**B) 加固法与常规法的效果比较
(左为加固路)**



C) 未覆盖的加固路面(十年后)

4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-2. 马来西亚试验路 (1995)

- ❖ 基层和底基层：现场粘性土 + SS-108
- ❖ 施工方法：简单机具
- ❖ CBR > 110% (浸水4天后)



a) 路面



b) 加固路

4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-3. 印尼答淡船厂地基加固 (1997)

- ❖ 用量: 2% + 0.5% (考虑到人工铺撒误差)
- ❖ 施工方法: 人工铺撒 + 路拌机现场搅拌
- ❖ 施工速度: 平均8000平米/天/施工队(300mm厚)



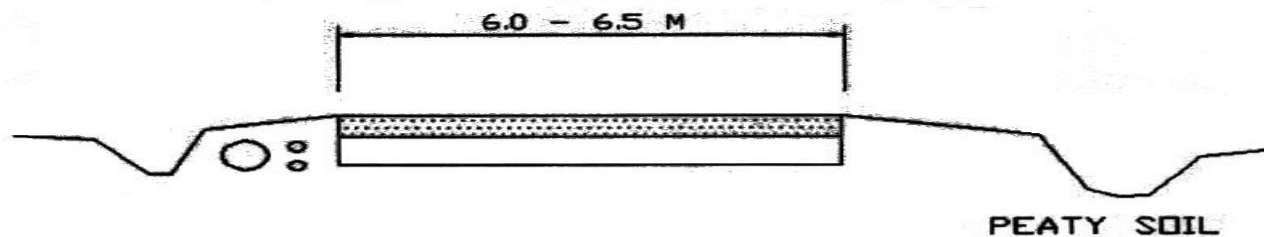
a) 人工铺撒和现场搅拌



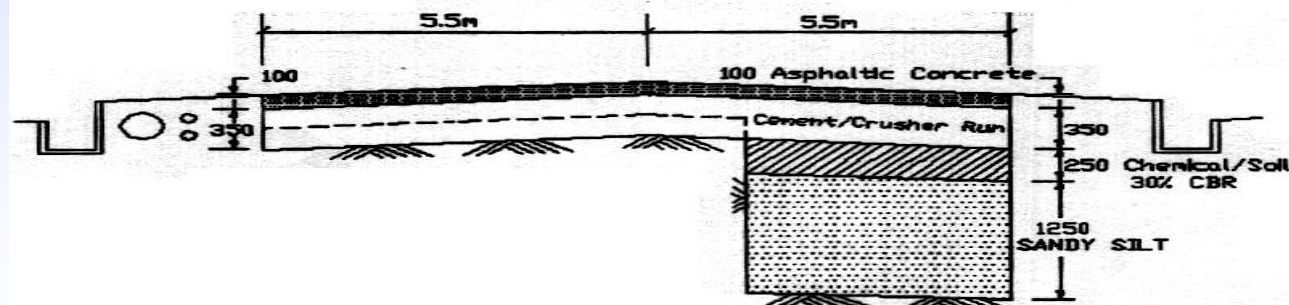
b) 压实

4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-4. 文莱JJG公路扩宽工程 (1998)



TYPICAL CROSS SECTION BEFORE REHABILITATION



TYPICAL CROSS SECTION AFTER REHABILITATION

4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-4. 文莱JJG公路扩宽工程 (1998)



4. 凯密林克科技在公路上的应用

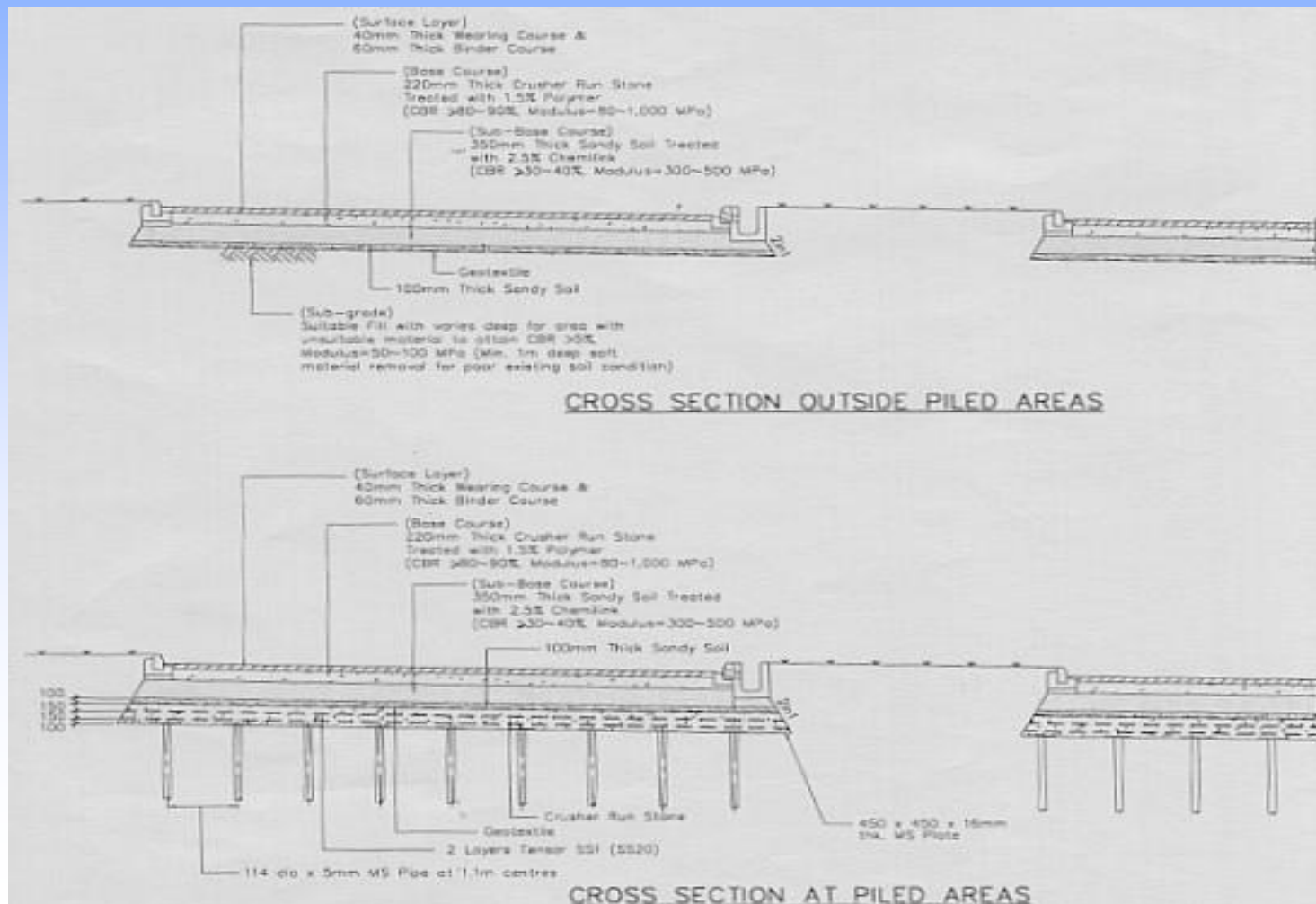
4-5. 文莱JT快速公路 (1998, 二期工程)

J.T.快速公路二期工程
(7年后)



4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-6. 文莱JT快速公路 (1999, 三期工程)



4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-6. 文莱JT快速公路 (1999, 三期工程)

产品	试样 编号	UCS 试验 (MPa)		现场CBR 试验 (%)	现场实测 压实度 (%)	备注
		4天 浸水	4天 湿养			
2.5% SS-108 加固的砂性土	129- 163	1.3	1.62	81.25	>97	底基层
1.5% PR 加固的泥结碎石	63- 121	1.19	1.52	184.26	>99	基层

注：以上数据都是该工程试验结果的平均值

4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-6. 文莱JT快速公路 (1999, 三期工程)

公路三期承载板试验结果

产品	地点-1 CH2870~71 K (MPa/m)	地点-2 CH2960~61 K (MPa/m)	地点-3 CH3391 K (MPa/m)	基床系数 平均值 K (MPa/m)
2.5% SS-108 加固的砂性土	895	564	894	784
1.5% PR 加固的泥结碎石	501	623	508	544

4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-6. 文莱JT快速公路 (1999, 三期工程)



a) 切开的公路横截面



b) 8年后的路段
(10~12年后的录像)



c) 录像:道路横截面
切割过程

6. Case Studies of Chemilink Stabilization/Recycling

6-2. Reconstruction of Jalan Lamunin (Brunei, 2002)



Finish Road Surface of Jalan Lamunin



4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-7. 低造价县乡道路修建(国家西部交通科研项目)

4-7-1 内蒙古敖汉旗县级道路(三级, 2002)

* 200mm厚加固路基(纯粉土, 3% SS-108) + 40mm沥青



国家科研项目



人工摊撒

4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-7. 低造价县乡道路修建(国家西部交通科研项目)

4-7-1 内蒙古敖汉旗县级道路（三级，2002）

* 200mm厚加固路基(纯粉土，3% SS-108) + 40mm沥青



旋转耕作机拌和



摊撒小石子

4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-7. 低造价县乡道路修建(国家西部交通科研项目)

4-7-1 内蒙古敖汉旗县级道路（三级，2002）

* 200mm厚加固路基(纯粉土，3% SS-108) + 40mm沥青



碾压



加固后的道路

4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-7. 低造价县乡道路修建(国家西部交通科研项目)

4-7-1 内蒙古敖汉旗县级道路（三级，2002）

* 200mm厚加固路基(纯粉土，3% SS-108) + 40mm沥青



中心搅拌站

4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-7. 低造价县乡道路修建(国家西部交通科研项目)

4-7-1 内蒙古敖汉旗县级道路(三级, 2002)

* 200mm厚加固路基(纯粉土, 3% SS-108) + 40mm沥青



多年后的道路

4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-7. 低造价县乡道路修建(国家西部交通科研项目)

4-7-1 内蒙古敖汉旗县级道路(三级, 2002)

* 200mm厚加固路基(纯粉土, 3% SS-108) + 40mm沥青



即使在 -20 ~ -30°C 的低温使用条件下, 多年后路基仍然完好

4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-7. 低造价县乡道路修建(国家西部交通科研项目)

4-7-2 四川金堂县级道路(四级, 2003)

* 150mm厚加固路基(页岩土, 3% SS-108) + 20mm厚两层表处



松土



人工摊撒

4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-7. 低造价县乡道路修建(国家西部交通科研项目)

4-7-2 四川金堂县级道路（四级，2003）

* 150mm厚加固路基(页岩土，3% SS-108) + 20mm厚两层表处



旋转耕作机拌和



碾压

4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-7. 低造价县乡道路修建(国家西部交通科研项目)

4-7-2 四川金堂县级道路(四级, 2003)

* 150mm厚加固路基(页岩土, 3% SS-108) + 20mm厚两层表处



加固后的路面



其他搅拌方法

4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-7. 低造价县乡道路修建(国家西部交通科研项目)

4-7-2 四川金堂县级道路（四级，2003）

* 150mm厚加固路基(页岩土，3% SS-108) + 20mm厚两层表处



5年后的道路

4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-7. 低造价县乡道路修建(国家西部交通科研项目)

4-7-2 四川金堂县级道路(四级, 2003)

* 150mm厚加固路基(页岩土, 3% SS-108) + 20mm厚两层表处



5年后的路面



5年后的路基

4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-8. 美国加德士石油公司在印尼苏岛的油田道路(2003)

* 200mm基层 + 1% SS-108 (无沥青表层)



土基情况：沼泽地区



松土

4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-8. 美国加德士石油公司在印尼苏岛的油田道路(2003)

* 200mm基层 + 1% SS-108 (无沥青表层)



大包装摊撒



小包装摊撒

4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-8. 美国加德士石油公司在印尼苏岛的油田道路(2003)

* 200mm基层 + 1% SS-108 (无沥青表层)



路拌机搅拌



洒水

4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-8. 美国加德士石油公司在印尼苏岛的油田道路(2003)

* 200mm基层 + 1% SS-108 (无沥青表层)



碾压



未处理路段vs已固化路段

4. 凯密林克科技在公路上的应用

4-8. 美国加德士石油公司在印尼苏岛的油田道路(2003)

* 200mm基层 + 1% SS-108 (无沥青表层)



道路使用情况

5. 凯密林克科技在机场的应用

5-1. 新加坡樟宜国际机场跑道扩宽工程 (2005)



 **胡金標建築(私人)有限公司**
OR KIM PEOW CONTRACTORS (PTE) LTD
(A wholly owned subsidiary of OKP Holdings Limited)

Our Ref: OKP/INSTEK/HQ/04-206A
20th October 2004 (via fax 62527886 & Mail Only)

INSTEK HOLDING PTE LTD
36 Tanjong Pagar Road
Singapore 069031

Attention: Dr. Wu Dong Qing

Dear Sir,
CAAS PROJECT - CAA000/EN/NLA/2004/1
DESIGN & BUILD CONTRACT FOR WIDENING OF RUNWAY SHOULDERS AND ASSOCIATED WORKS AT SINGAPORE CHANGI AIRPORT
Re: Letter of Award

- We are pleased to award your company the job-mix design, supply and incorporation of chemical stabilized soil for runway shoulder widening works encompassed in the above project.
- The sub-contract value is approximately of **MILLION**. Final sub-contract value shall subject to re-measurement of work done on site.
- This letter shall be read in conjunction with the terms and conditions stated in the enclosed sub-contract agreement.
- The project duration is 15.10.2004 - 04.08.2005.
- We look forward to an amicable working relationship with your good company.

Thank you.

Yours faithfully,
OR KIM PEOW CONTRACTORS (PTE) LTD

OR TOH WAT
Executive Director

Encl. Sub-contract Agreement

CAAS
Civil Aviation Authority of Singapore

Your Reference: EN/NLA/2004/1.1
Our Reference: 5 October 2004
Date: 5 October 2004

Attn: Mr. Or Kim Peow
Or Kim Peow Contractors (Pte) Ltd
No. 8 Lagore Drive
#01-09 Tagore Industrial Building
Singapore 787622

BY REGISTERED POST

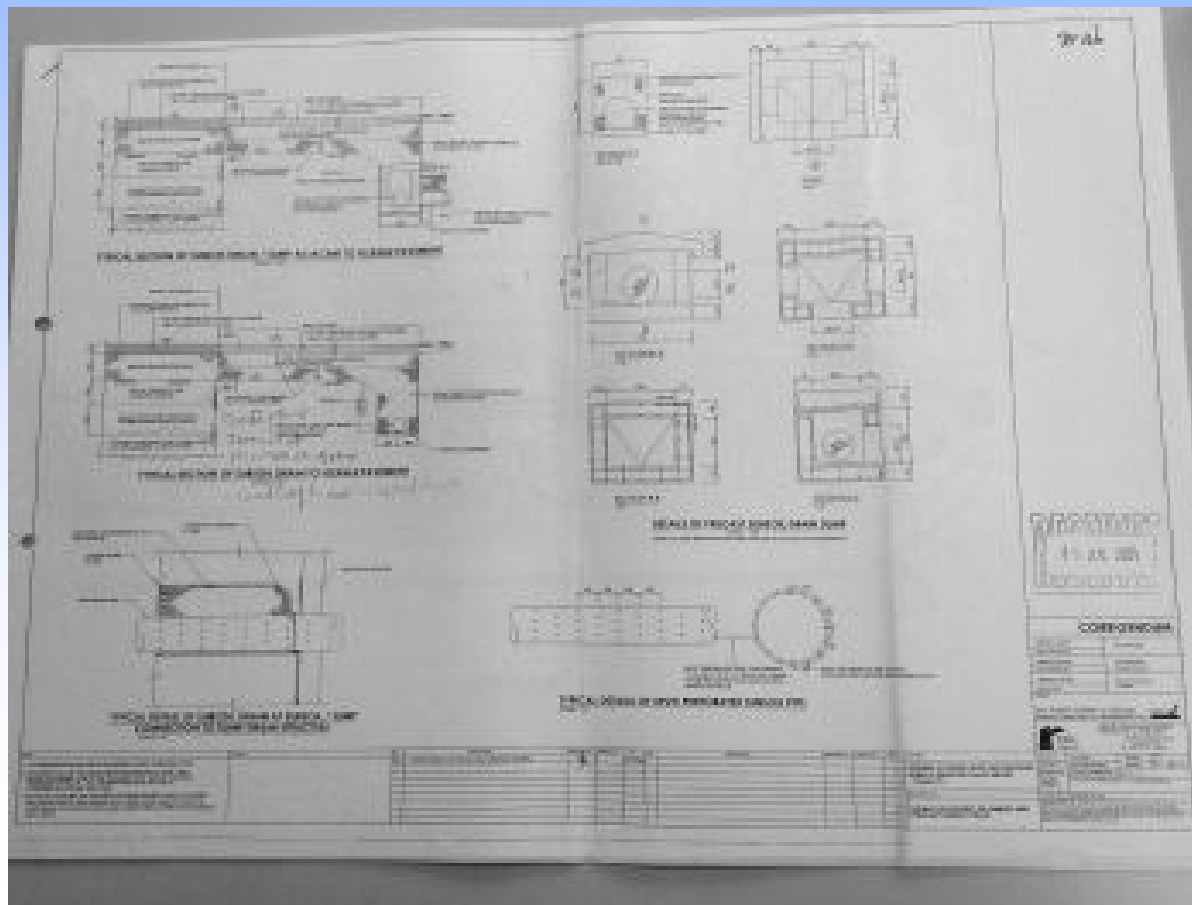
Dear Sir
LETTER OF ACCEPTANCE
DESIGN AND BUILD CONTRACT FOR WIDENING OF RUNWAY SHOULDERS AND ASSOCIATED WORKS AT SINGAPORE CHANGI AIRPORT
I am pleased to inform you that the above-mentioned tender has been awarded to your firm.

5. 凯密林克科技在机场的应用

5-1. 新加坡樟宜国际机场跑道扩宽工程 (2005)

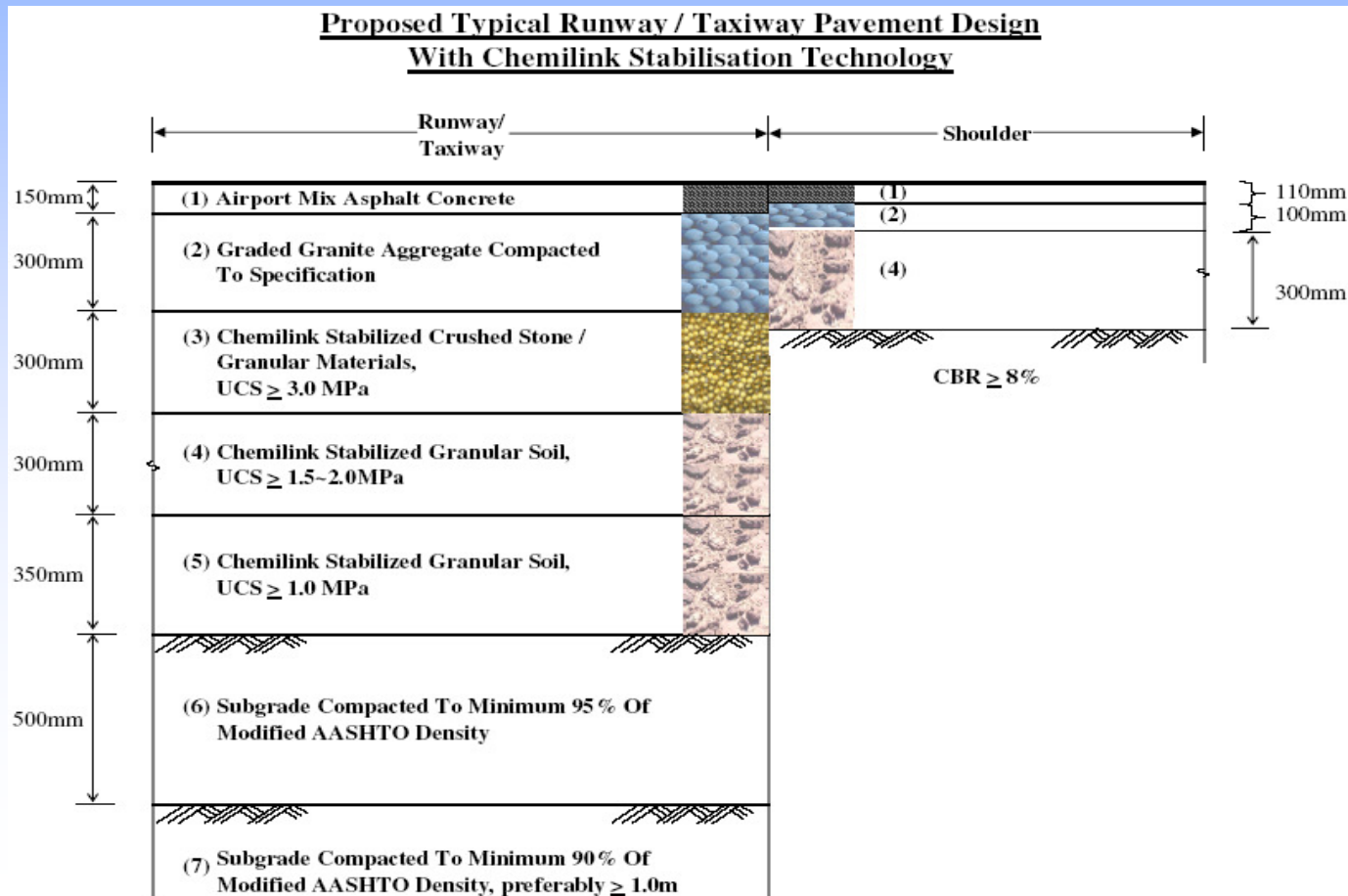
5-1-1. 土壤加固法的跑道/滑翔道设计



5. 凯密林克科技在机场的应用

5-1. 新加坡樟宜国际机场跑道扩宽工程（2005）

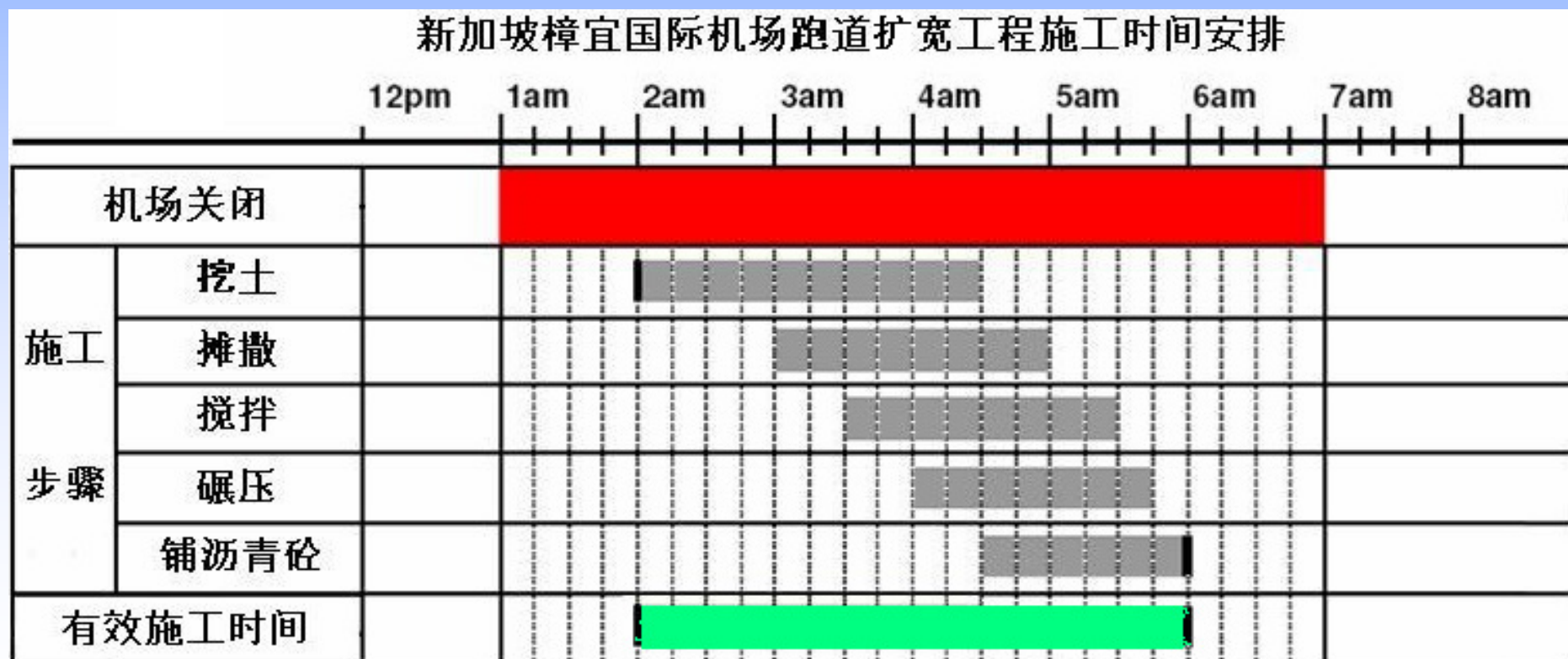
5-1-1. 土壤加固法的跑道/滑翔道设计



5. 凯密林克科技在机场的应用

5-1. 新加坡樟宜国际机场跑道扩宽工程（2005）

5-1-2. 施工过程（综述）



* 有效施工时间内(4小时)，平均每小时完成225平米面积

5. 凯密林克科技在机场的应用

5-1. 新加坡樟宜国际机场跑道扩宽工程（2005）

5-1-2. 施工过程（主要步骤）



开挖



摊撒



拌和



碾压

5. 凯密林克科技在机场的应用

5-1. 新加坡樟宜国际机场跑道扩宽工程（2005）

5-1-2. 施工过程（主要步骤）



铺设沥青砼

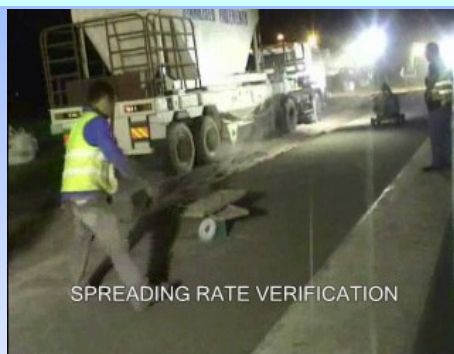


扩宽后的跑道

5. 凯密林克科技在机场的应用

5-1. 新加坡樟宜国际机场跑道扩宽工程（2005）

5-1-3. 质量检测



检验摊撒率



准备试样



检测密度



7天湿养护

5. 凯密林克科技在机场的应用

5-1. 新加坡樟宜国际机场跑道扩宽工程（2005）

5-1-3. 质量检测



UCS样品



CBR样品



UCS测试中

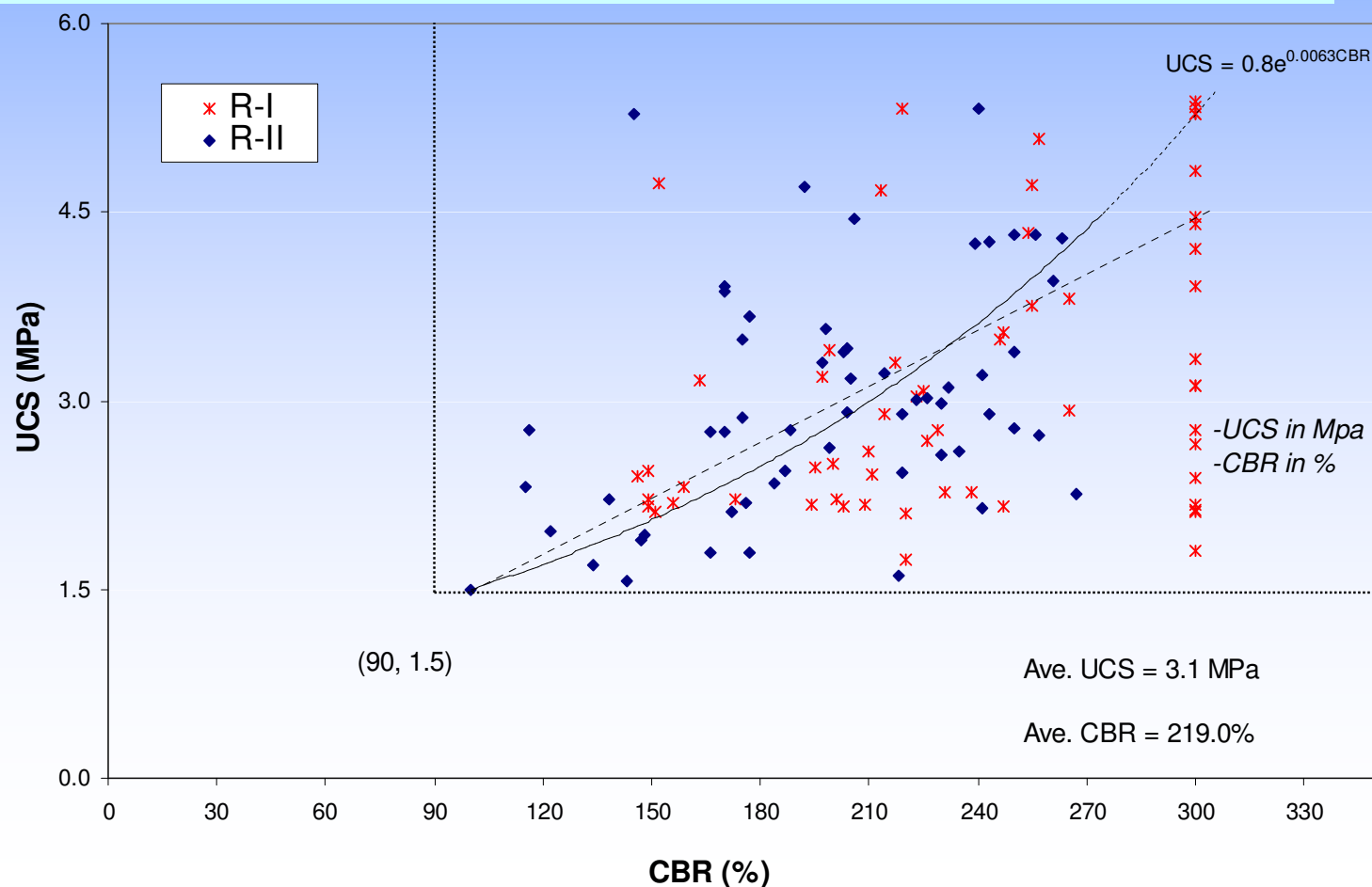


CBR测试中

5. 凯密林克科技在机场的应用

5-1. 新加坡樟宜国际机场跑道扩宽工程 (2005)

5-1-3. 质量检测：UCS / CBR结果 (跑道I / II)



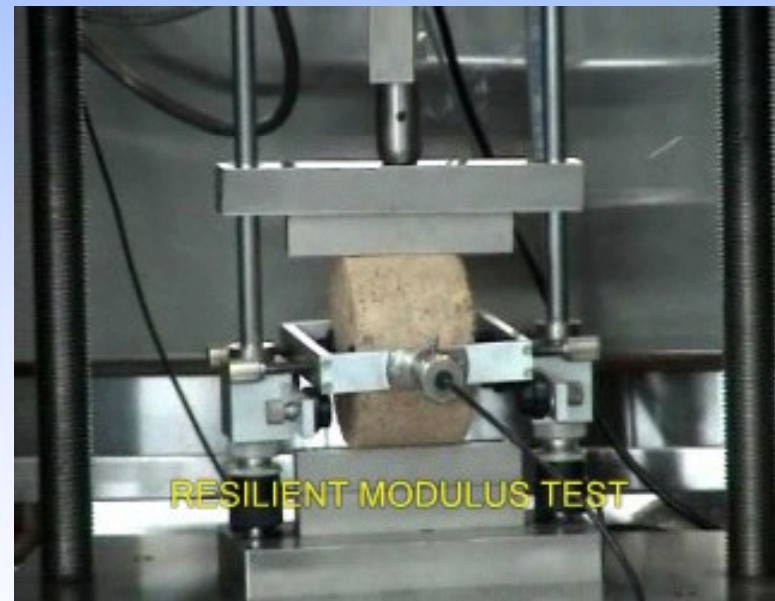
5. 凯密林克科技在机场的应用

5-1. 新加坡樟宜国际机场跑道扩宽工程 (2005)

5-1-3. 质量检测



动弹模样品



动弹模实验

* 平均动弹模 $M_R \geq 3,000$ MPa (28天养护)

5. 凯密林克科技在机场的应用

5-1. 新加坡樟宜国际机场跑道扩宽工程（2005）

5-1-4. 扩宽后的跑道



竣工3年多后的跑道I

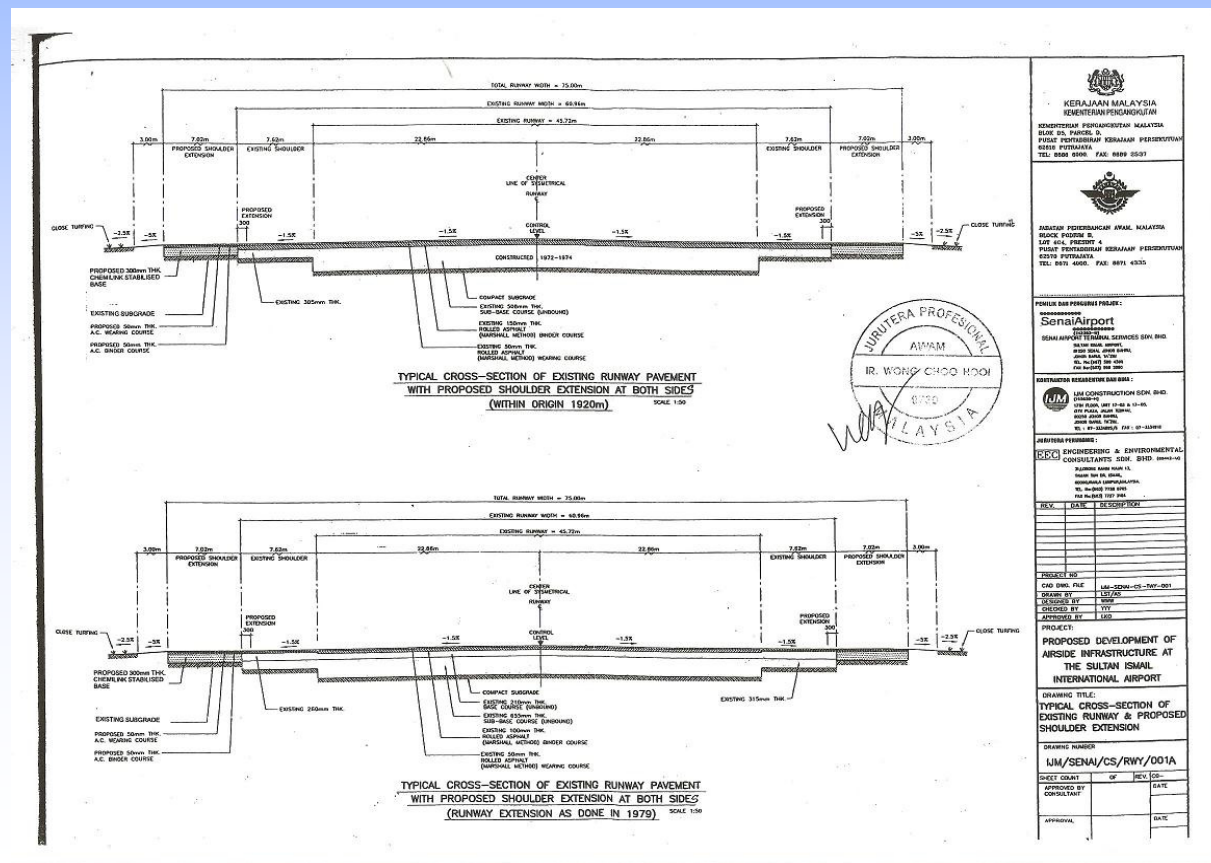


竣工3年多后的跑道II



5-2. 马来西亚士乃国际机场跑道/滑翔道扩建工程 (2007)

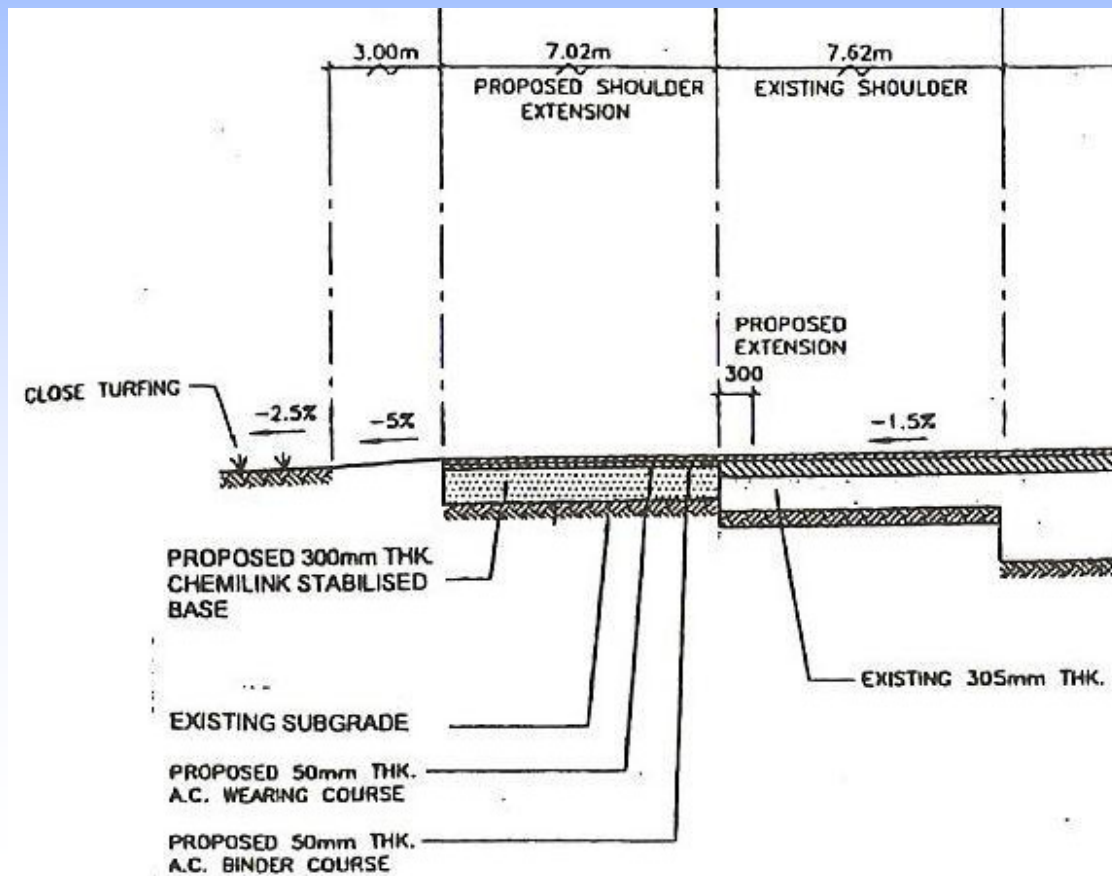
5-2-1 跑道扩宽设计图



5. 凯密林克科技在机场的应用

5-2. 马来西亚士乃国际机场跑道/滑翔道扩建工程 (2007)

5-2-1跑道扩宽设计图 (放大)



5. 凯密林克科技在机场的应用

5-2. 马来西亚士乃国际机场跑道/滑翔道扩建工程 (2007)

5-2-2 施工现场



松土



摊撒

5. 凯密林克科技在机场的应用

5-2. 马来西亚士乃国际机场跑道/滑翔道扩建工程 (2007)

5-2-2 施工现场



现场搅拌



碾压

5. 凯密林克科技在机场的应用

5-2. 马来西亚士乃国际机场跑道/滑翔道扩建工程 (2007)

5-2-2 施工现场



铺设沥青砼



扩宽完成

5. 凯密林克科技在机场的应用

5-2. 马来西亚士乃国际机场跑道/滑翔道扩建工程 (2007)

5-2-3 当地恶劣的土壤条件：高粘土量、高含水量、高LL,PI

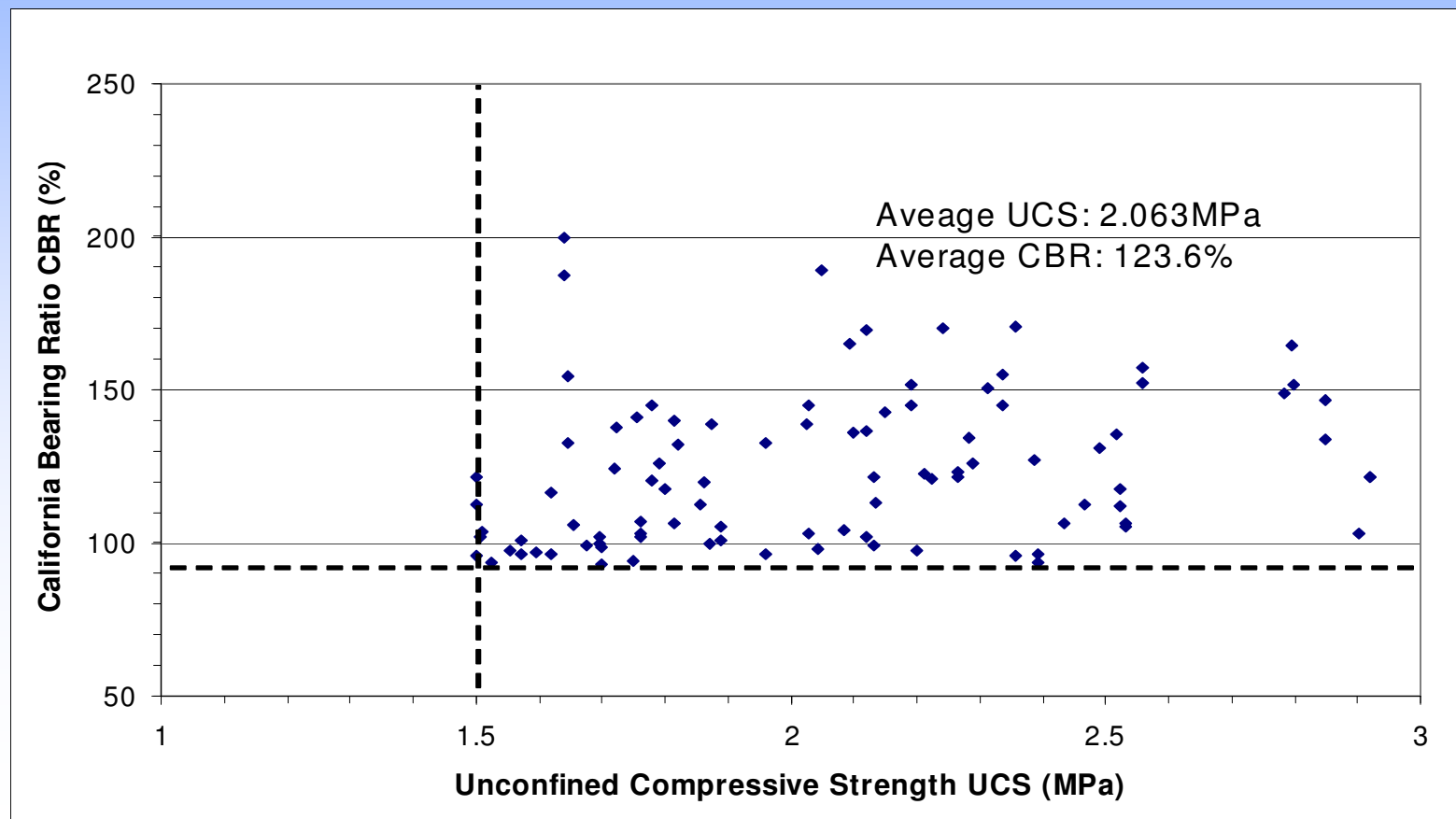
	含水量, %		最大干密度	液限	塑性指数	土壤成分含量, %		
位置 ^[1]	原位 ^[2]	最佳	Mg/m ³	%	%	粘土和粉土	沙土	砾石
P6	24	15	1.74	73	36	54.8	32.4	12.8
P7	30	22	1.49	88	37	78.8	19.2	2.0
P8	42	18	1.54	76	31	70.4	2.6	27.0
P11	27	19	1.68	62	33	66.8	33.2	0.0
P12	39	19	1.55	79	46	82.7	17.2	0.1
P13	21	17	1.71	56	23	62.2	30.6	7.2

^[1] 350mm的深度 ^[2] 350mm深处的土壤原位含水量

5. 凯密林克科技在机场的应用

5-2. 马来西亚士乃国际机场跑道/滑翔道扩建工程 (2007)

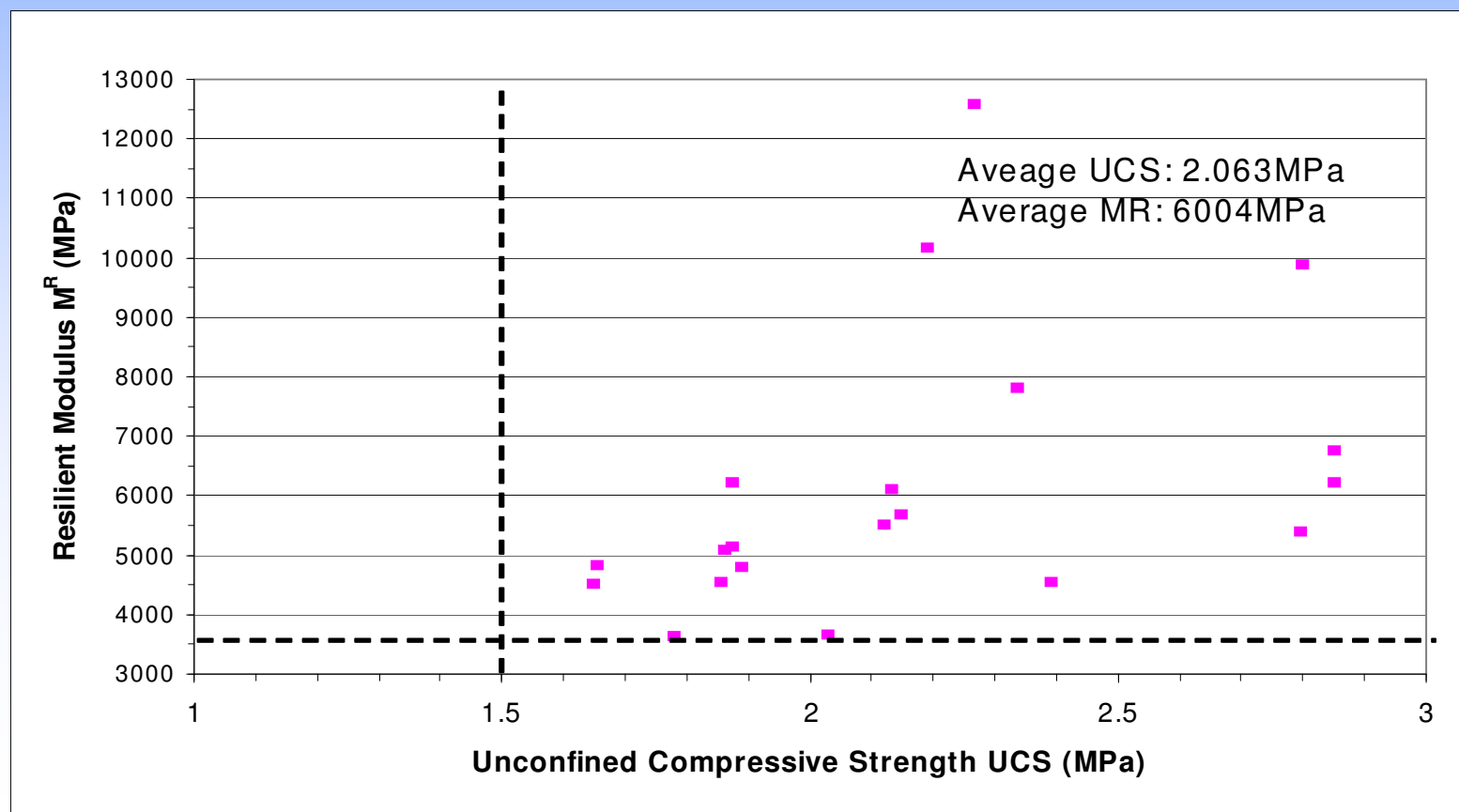
5-2-4 性能指标（加州承载力系数 vs 无侧限抗压强度）



5. 凯密林克科技在机场的应用

5-2. 马来西亚士乃国际机场跑道/滑翔道扩建工程 (2007)

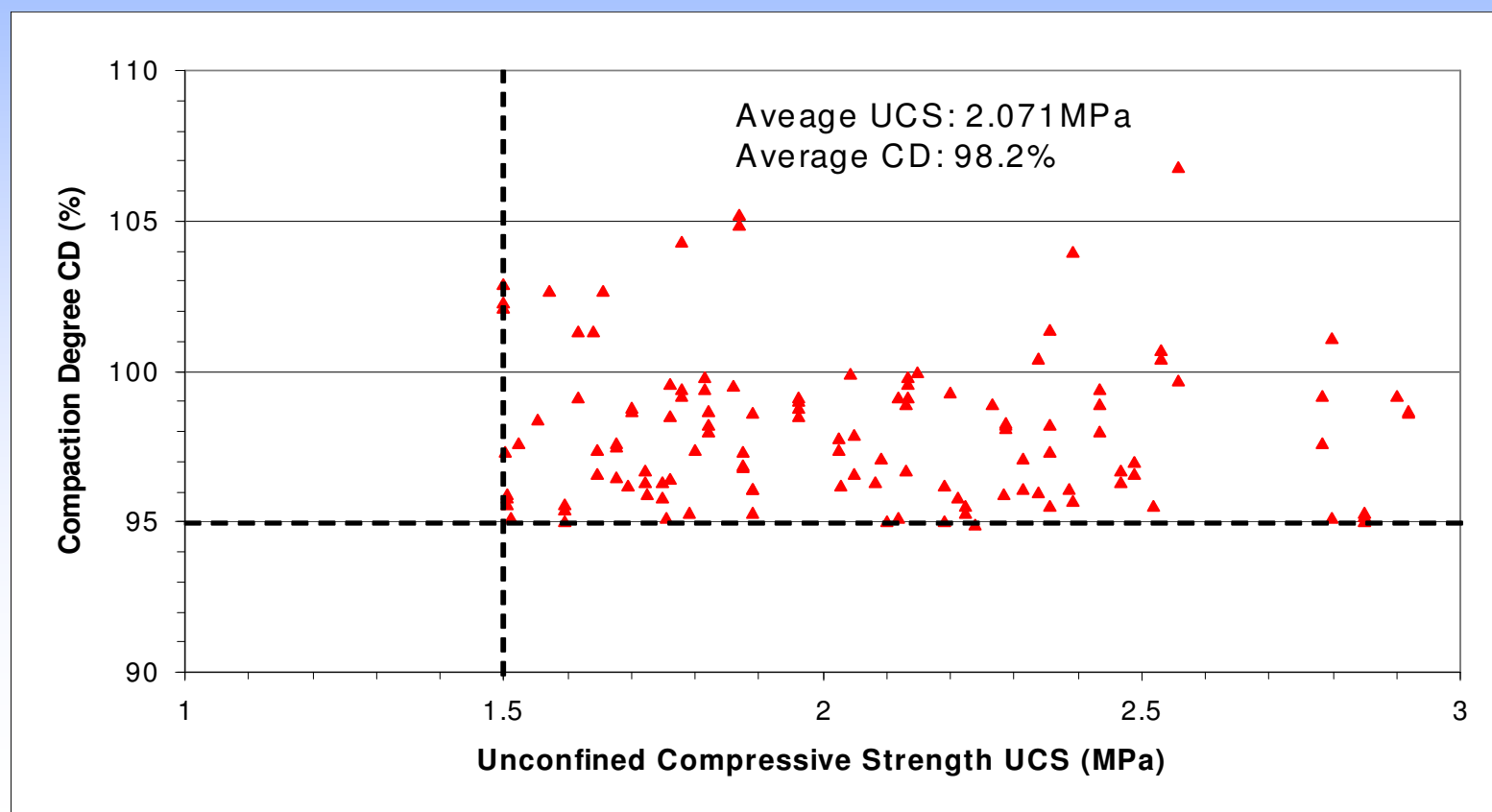
5-2-4 性能指标（无侧限抗压强度 vs 动回弹模量 M_R ）



5. 凯密林克科技在机场的应用

5-2. 马来西亚士乃国际机场跑道/滑翔道扩建工程 (2007)

5-2-4 性能指标 （无侧限抗压强度 vs 压实度）



5. 凯密林克科技在机场的应用

5-2. 马来西亚士乃国际机场跑道/滑翔道扩建工程 (2007)

5-2-5 土壤加固法的优点

比较项目	常规法	土壤加固法
运输（进出算一趟，10吨车）	> 100 趟	< 20 趟
工程进展速度（按7.5m宽算）	< 40m	平均120m

- ❖ 对机场运作影响极小
- ❖ 更快更好地施工
- ❖ 更好的技术性能
- ❖ 有效节约总体成本

6. 土壤加固法和常规法的比较

6-1. 应用条件

比较内容	常规方法	凯密林克 土壤加固法	备注
在坚固的 土基上筑路	可行	可行	
在沼泽及 软土 地区上筑路	不可行	可行	
适用的 土壤类型	—	常见土壤： 比如砂土，粉砂 土和粘土	特殊或难度较大的土 壤可由深入研发后的 特殊产品来处理

6. 土壤加固法和常规法的比较

6-2. 对环境的影响

比较内容	常规方法	凯密林克 土壤加固法
砂石材料的需求量	非常高	低、有限或几乎不需要
无毒、环保、性能稳定	可能是	是
工程对公共环境及交通的干扰	很大	极小

6. 土壤加固法和常规法的比较

6-3. 施工

比较内容	常规方法	凯密林克 土壤加固法	备注
建造费用	中到高	较低	参照 “成本比较”
施工速度	较慢 (100m /天/层/队)	快速 (达 1000m /天/层/队)	同上

6. 土壤加固法和常规法的比较

6-4. 技术性能

比较内容	常规方法	凯密林克 土壤加固法
浸水情况下的 承载能力	差	优
不均匀沉降	大	很小
防水性	差	优
维护需求	多	少
耐久性	短	长

6. 土壤加固法和常规法的比较

6-5. 直接和间接成本

❖ **直接成本**的估算比较（250mm 厚基层）

编号	分级石块的单位价格 (\$/t)	分级石块 基层造价 (\$/m ²)*	化学法加固 基层造价 (\$/m ²)**
1	20	18.4	< 20
2	30	24.2	< 20
3	60	41.4	< 20
4	64	44 (2007)	< 20

* 包括当地运输及施工费: \$12/吨; ** 仅限于土壤加固特种施工部分的单价

❖ 节约的**间接成本**包括: [1] 提前完工的经济效益; [2] 大大减小对环境和公共交通的影响; [3] 更加优异的技术性能及耐久性; ……

7. 结论

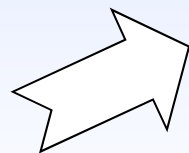
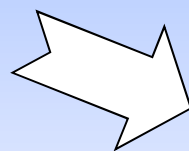
1. 用生物/化学加固技术来循环使用土壤，变废为宝，无论短期或长期都被证明是一种可靠和高效的替代方法
2. 十多年来在亚洲特别在东南亚热带雨林地区大量的工程应用已充分证明：凯密林克土壤/碎石加固技术是一种可靠的加固各种土壤，碎石及施工固体废料用于公路和机场等浅基础工程的科技方法，在技术上和商业上均是高效和持久的。
3. 这种低造价并能在较短时间内建造优质耐久的公路和机场跑道等的土壤/碎石加固法，具有显著的技术优势和商业及社会效益。

8. 半刚性路面（选讲）

8-1. 简介

交通频密
交通工具自重/载重不断增加
（空客A380，波音B787等）
道路的磨损大大加剧

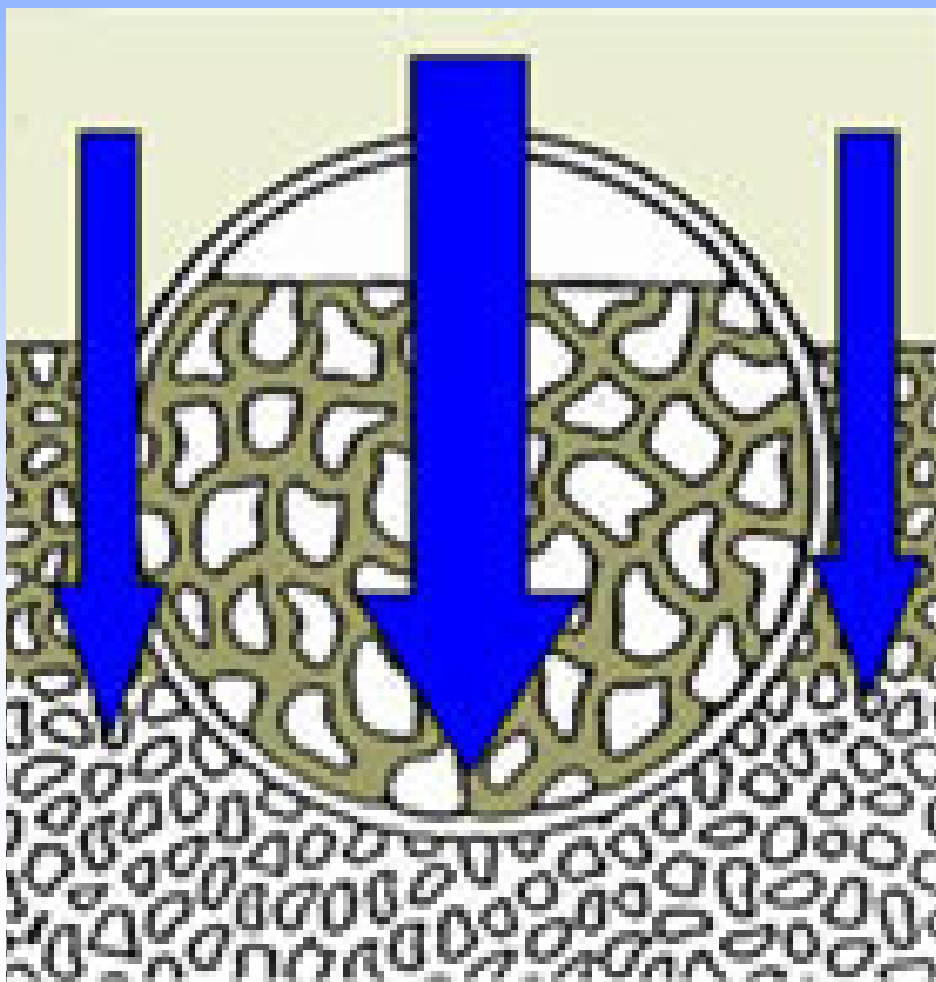
经久耐磨的道路
较少量的保养和维修
较经济的道路



**灌注式
半刚性路面**

8. 半刚性路面（选讲）

8-2. 灌注式半刚性路面



刚性的特种灌注材料

灌注

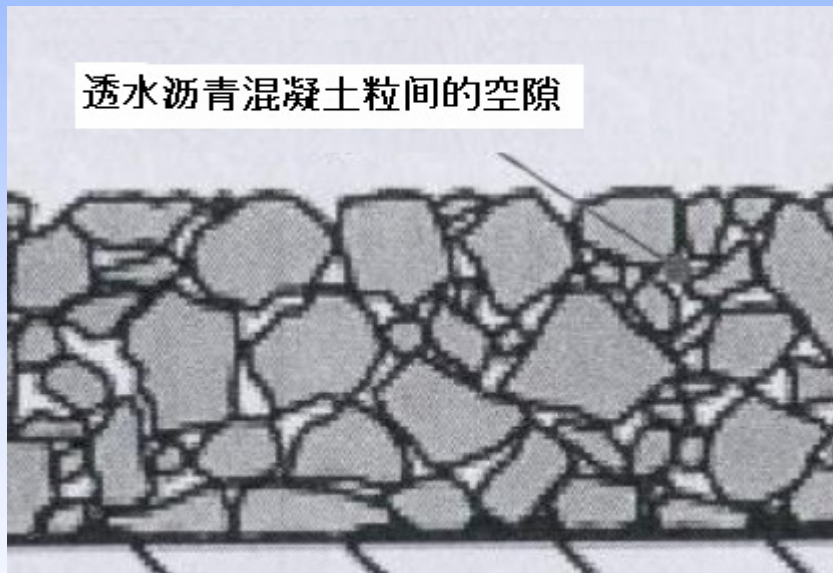
透水沥青混凝土

生成

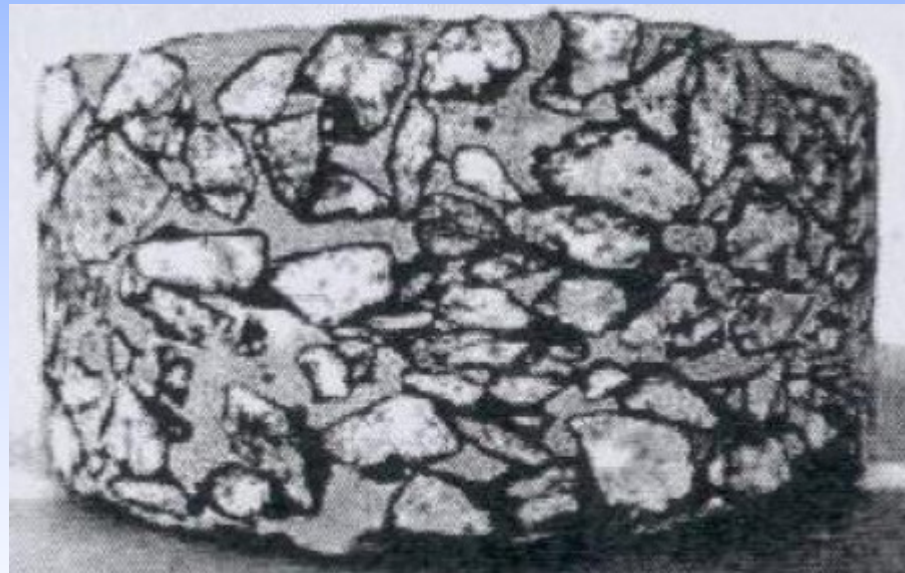
灌注式半刚性路面

8. 半刚性路面（选讲）

8-2. 灌注式半刚性路面



灌注前



灌注后

8. 半刚性路面（选讲）

8-2. 不同类型路面的性能比较

性能	路面类型		
	刚性水泥混凝土	柔性沥青混凝土	半刚性复合材料
没有收缩缝		√	√
高防滑系数		√	√
容易保养和维修		√	√
施工速度快 养护时间短		√	√
防止或减轻车辙	√		√
防腐蚀作用 (油污、化工材料等)	√		√

8. 半刚性路面（选讲）

8-3. 半刚性路面的施工过程



灌注前



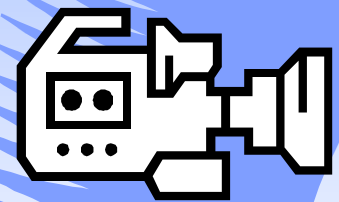
搅拌 SS-141



现场测试流动性



灌注中

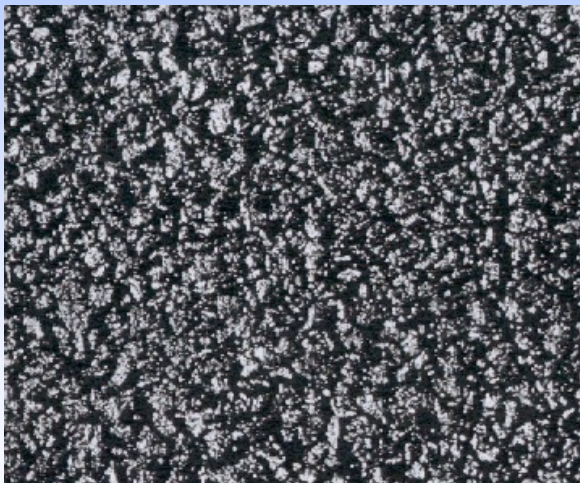


施工录像

8. 半刚性路面（选讲）

8-3. 半刚性路面的施工过程

灌注前的
透水
沥青混
凝土



刚刚灌
注后



灌注12
小时后

8. 半刚性路面（选讲）

8-4. 灌注材料SS-141的性能

❖ 高性能、高品质

- 流动性好 → 更便捷的施工
- 早期强度高 → 更快更早地开放交通
- 后期强度高 → 最低要求的保养和维护

❖ 只需要加水和粉状SS-141混合搅拌成灌注材料

❖ 引进了纳米技术

8. 半刚性路面（选讲）

8-4. 灌注材料SS-141的性能

性能		实验标准	SS-141的典型数据
流动性		ASTM C939	• 10 ~ 14 秒 [2]
		JASS 15 [1]	• 200 ~ 250 mm
抗压强度	12 小时	EN 12190	• 20 ~ 30 MPa
	1 天		• 55 ~ 70 MPa
	7 天		• 85 ~ 100 MPa
	28 天		• 115 ~ 140 MPa
凝固时间		EN 196	• 4 ~ 6 小时 (普通)
			• 2 ~ 3 小时 (快干)

[1] 在现场的选择性实验; [2] 等体积的水全部排完需时8秒

8. 半刚性路面（选讲）

8-4. 灌注材料SS-141的性能

高性能的 SS-141材料使得灌注后的半刚性路面：

- ❑ 前期强度明显增强
- ❑ 整体的半刚性路面更为可靠和耐久
- ❑ 新铺或重铺仅需12 ~ 24小时
- ❑ 将来当透水沥青混凝土本身的强度能显著增加时，未来的半刚性路面的性能将大大提高

8. 半刚性路面（选讲）

8-5. 半刚性路面的性能

性能	实验标准	半刚性路面 (SS-141为灌注材料)
抗压强度（12小时）	EN 12190	• 3 ~ 5 MPa
抗压强度（1天）		• 6 ~ 8 MPa
抗压强度（28天）		• 9 ~ 12 MPa
弯曲强度（28天）	EN 12190	• ≥ 3 MPa
动弹模量	ASTM D4123	• $\geq 6,500$ MPa (at 25°C)
抗滑系数	ASTM E303	• $\geq 50 \sim 60$ BPN
渗透率	DIN 18130	• 不渗透
养护时间 ^[1]	-	• 4 ~ 8 小时

^[1] 从凝固到开放通行的那段时间

8. 半刚性路面（选讲）

8-6. 竣工项目(举例) - 新加坡国际机场停机坪1, 2007



8. 半刚性路面（选讲）

8-6. 竣工项目(举例) - 新加坡国际机场停机坪2, 2007



8. 半刚性路面（选讲）

8-6. 竣工项目(举例)- 新加坡Hanson沥青混凝土厂, 2005



8. 半刚性路面（选讲）

8-6. 竣工项目(举例) - 新加坡Hanson沥青混凝土厂, 2005



8. 半刚性路面（选讲）

8-7. 小结

1. 目前由于路面的磨损、交通工具的自重和载重加大等无可避免的因素，半刚性路面的需求量正在逐步提高。
2. 目前灌注式的半刚性路面是国际先进技术。灌注凯密林克材料的半刚性路面已在新加坡、日本、马来西亚等国得到了成功的应用。
3. 凯密林克灌注材料比起同类产品具有：

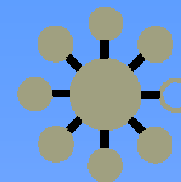
更好的流动性能	更便捷快速地施工
更高的早期强度	更早开放使用交通
更高的后期强度	更低的保养和维护

9. 参考文献

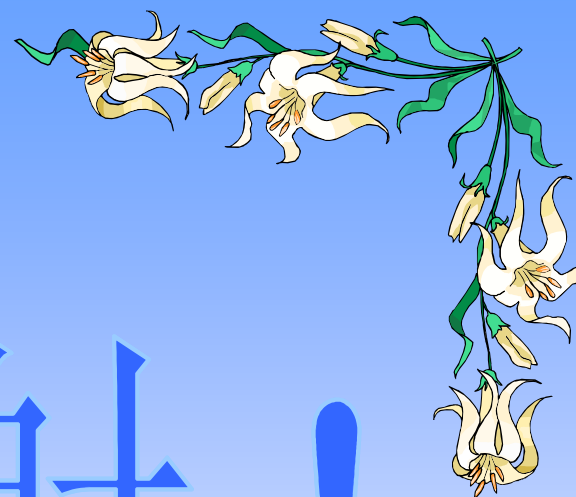
1. Wu, D.Q. (2006). General Specifications for Chemilink Soil Stabilization, 3rd Edition, 2006, Chemilink Technologies Group, Singapore.
2. Yong, T.C. and Wu, D.Q. (1999). Chemical Stabilization for Road Construction in Brunei Darussalam, The First International Conference on Transportation for Developing Countries on Threshold of the 21st Century, Nov. 18-19, 1999, Hanoi, Vietnam, pp. I.26-I.32.
3. Suhaimi, H.G. and Wu, D.Q. (2003). Review of Chemical Stabilization Technologies and Applications for Public Roads in Brunei Darussalam, REAAA Journal (The Journal of Road Engineering Association of Asia & Australia), Vol. 10, No. 1, PP7021/8/2003, pp. 42-53.
4. Liu, Q., Wu, D.Q. and Gui, Z. (2004). The Application of Non-Standard Stabilizers to the Base Course of Rural Roads, International Conference on Sustainable Waste Management, June 10-12, 2004, Singapore, pp. 178-190.

9. 参考文献

5. Koh, M.S., Lim, B.C. and Wu, D.Q. (2005). Chemical-Soil Stabilization for Runway Shoulders Widening at Singapore Changi Airport, 4th Asia Pacific Conference on Transportation and Environment (4th APTE Conference), Nov. 8-10 2005, Xi'an, PR China.
6. Wu, D.Q. and Tan, P. C. (2008), Chemical-Clay Stabilization for Runway Widening at Sultan Ismail International Airport, Malaysia, 13th Singapore Symposium on Pavement Technology (SPT 2008), May 23, 2008, National University of Singapore, Singapore.
7. Wu, D.Q. and Sun, D. J. (2008), Higher-Performance Topping Material for Semi-Rigid Pavement, 13th Singapore Symposium on Pavement Technology (SPT 2008), May 23, 2008, National University of Singapore, Singapore.



Chemilink™
凯密林克™



谢谢!

