



地下空间 构筑物基础抗浮工程之应用

朱 顺 清 2017.04.16

前言

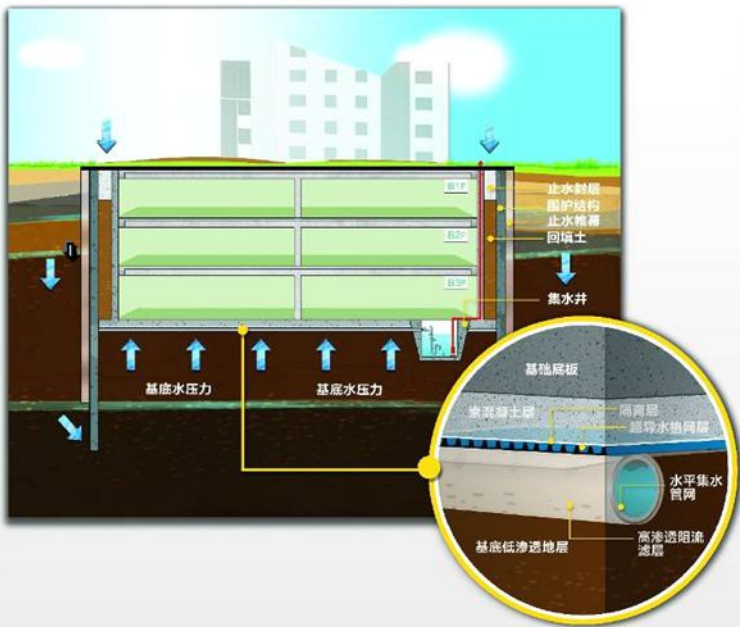
构造物基础若在地下水位以下，应核算地下水浮力对构造物之上举作用。

对于基础底版位于地下水位深处，且上部结构重量较轻之构造物，如大楼地下室、地下商场、地下车站、地下停车场等，应审慎评估地下水浮力对基础底版作用之抗浮安全性，以免发生上浮破坏。

本报告旨在介绍大楼载重较不平均且深开挖地下室的建筑物，采用创新的基底减压或排水抗浮方式，永久性降低基础底版静水压，有效的解决地下空间构造物基础抗浮并增加价值效益之应用实例。

基底减压工法概念

「基底减压工法」在构造物基底建构人工排水层，利用基底低透水地层特性，将地下水以自然溢流方式透过集水及出水系统导入基础水箱，降低基底地下水浮力并使基底水压力保持稳定的工程技术。



地下空间构造物基础抗浮工程案例



案例A (2005)

建筑规模：地上11层/地下2层

建筑面积：2,341平方公尺

开挖面积：3,923平方公尺

开挖深度：GL-9.3公尺

基础型式：箱型基础

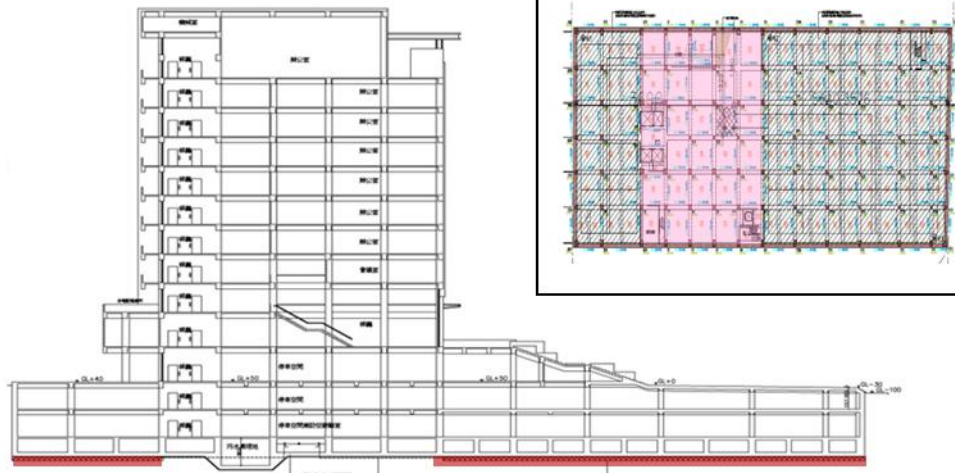
挡土结构：连续墙+安全支撑

基底地层：粉土质粘土夹细砂层

※建筑面积/开挖面积=60.0%



案例A



基底水浮力 $9.3\text{t}/\text{m}^2$ (GL-9.3m)

箱基平均載重 $5.5\text{t}/\text{m}^2$ ($2*1.5+1*2.5$)

工程规划价值评估-案例A

Q. 考虑业主需求问题：

本案基底设计为筏式基础，在基坑回填混凝土加重，是否可解决本案基地水浮力？

倘无法以重力方式克服地下水浮力，本案基底设计可采用何种设计方案，以解决本案基地水浮力？

方案一：「抗拔桩工法」

方案二：「基底减压工法」

工程规划价值评估-案例A

方案一：「抗拔桩工法」设计方案

采用抵抗高弯矩筏式基础，在基坑回填混凝土加重；若有不足时，传统上采用「抗拔桩工法」设计，藉以克服地下水浮力过大的可能破坏。

方案二：「基底减压工法」设计方案

考虑基底水浮力大、但渗流量小的适合条件，可采用「基底减压工法」设计；将基底水位控制在底版下，藉以克服地下水浮力过大的可能破坏，且因降低基底水压力可减少渗水条件。

工程规划价值评估-案例A

方案一：「抗拔桩工法」设计方案

一般设计：箱型基础+箱基回填混凝土

抗浮设计：「抗拔桩工法」

专案特性：

1. 增作：钢筋混凝土桩
2. 减作：箱基回填混凝土
3. 整体评估：提高成本及延长工期。

工程规划价值评估-案例A

方案二：「基底减压工法」设计方案

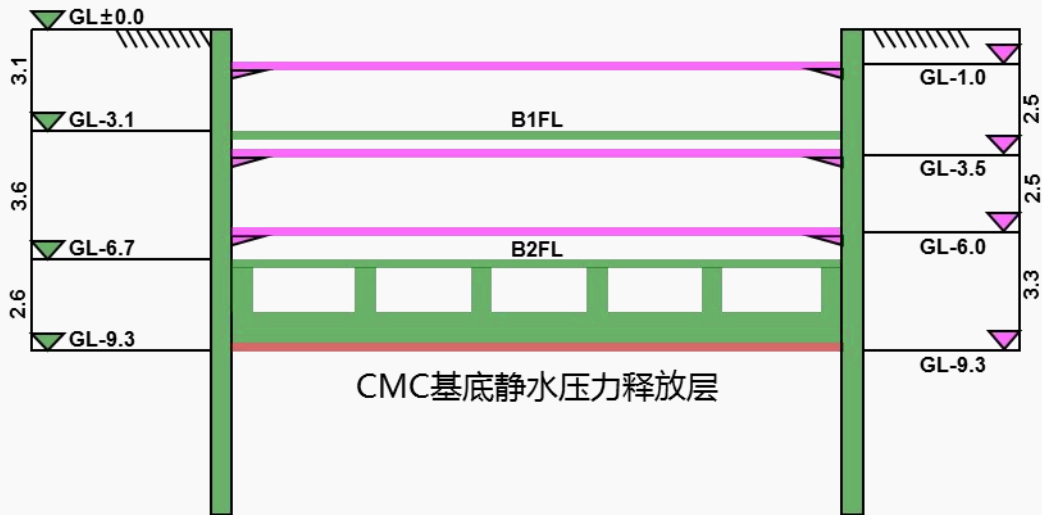
一般设计：箱型基础+箱基回填混凝土

抗浮设计：「基底减压工法」

专案特性：

1. 增作：CMC基底静水压力释放层
2. 减作：箱基回填混凝土
3. 整体评估：降低成本与缩短工期。

工程规划价值评估-案例A



案例A



案例B (2006)

建筑规模：地上12层/地下3层

建筑面积：1,828平方公尺

开挖面积：3,652平方公尺

开挖深度：GL-11.7公尺

基础型式：箱型基础

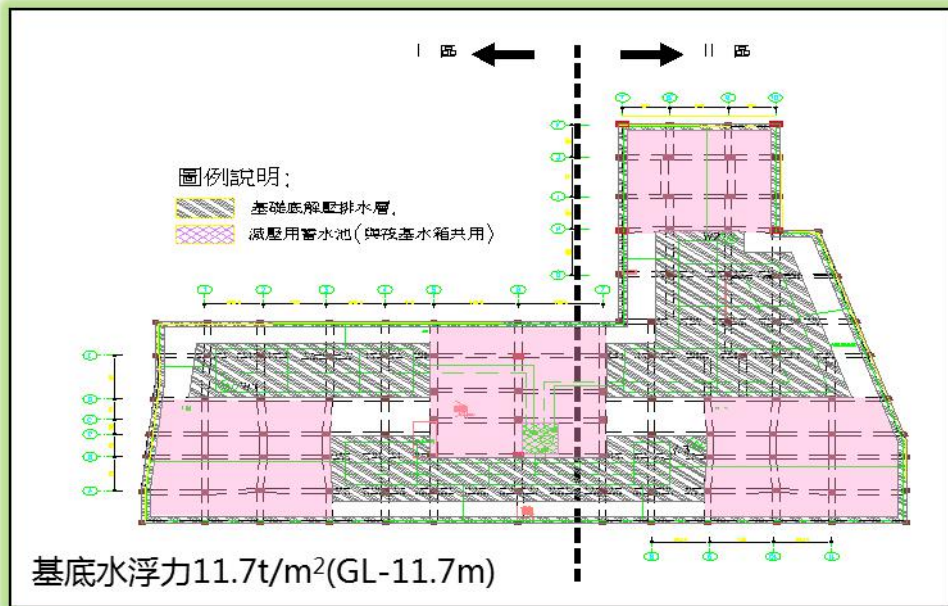
挡土结构：连续墙+安全支撑

基底地层：粉土质粘土层

※建筑面积/开挖面积=50.0%



案例B



案例B



案例C (2007)

建筑规模：地上15层/地下3层

建筑面积：817平方公尺

开挖面积：2,089平方公尺

开挖深度：GL-10.9公尺

基础型式：箱型基础

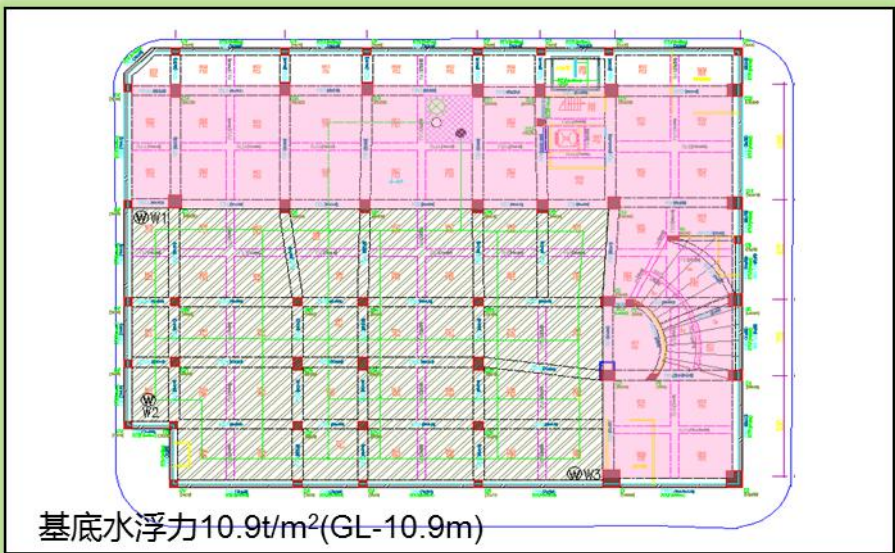
挡土结构：挡土排桩+安全支撑

基底地层：粉土质粘土层

※建筑面积/开挖面积=39.1%



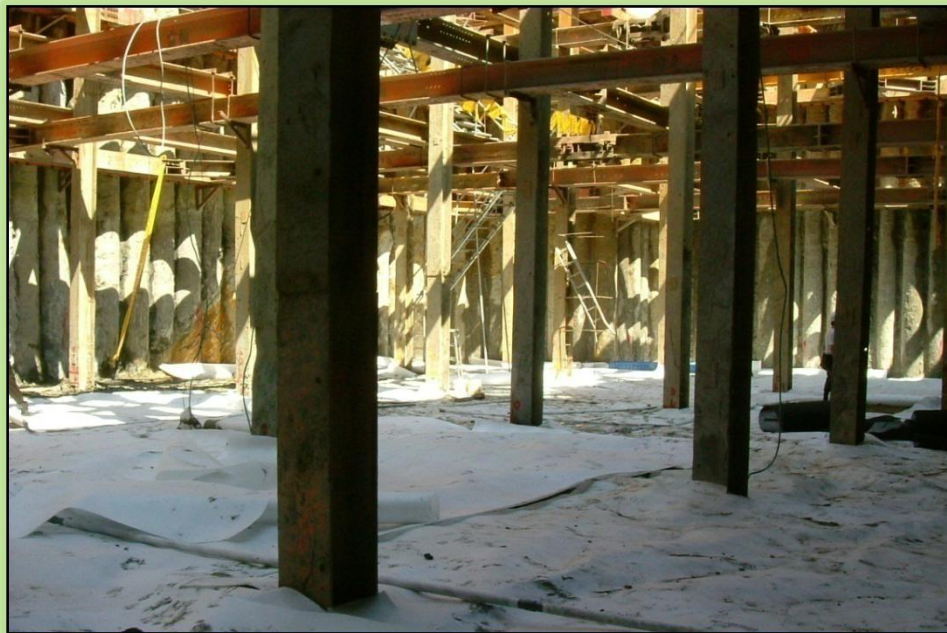
案例C



基底水浮力 $10.9\text{t}/\text{m}^2$ (GL-10.9m)

箱基平均載重 $7.0\text{t}/\text{m}^2$ ($3 \times 1.5 + 1 \times 2.5$)

案例C



案例D (2009)

建物型式：地上26层/地下6层
建筑面积：1,931平方公尺
开挖面积：3,801平方公尺
开挖深度：GL-15.2~-22.4公尺
基础型式：箱基+板基(复合基础)
挡土结构：挡土排桩+安全支撑
基底地层：砂页岩互层偶具节理

※建筑面积/开挖面积=50.8%



工程规划价值评估-案例D

Q. 考虑业主需求问题：

本案基底设计为筏式基础，在基坑回填混凝土加重，是否可解决本案基地水浮力？

倘无法以重力方式克服地下水浮力，本案基底设计可采用何种设计方案，以解决本案基地水浮力？

方案一：「抗拔桩工法」

方案二：「基底减压工法」

工程规划价值评估-案例D

方案一：「抗拔桩工法」设计方案

采用抵抗高弯矩筏式基础，在基坑回填混凝土加重；若有不足时，传统上采用「抗拔桩工法」设计，藉以克服地下水浮力过大的可能破坏。

方案二：「基底减压工法」设计方案

考虑基底水浮力大、但渗流量小的适合条件，可采用「基底减压工法」设计；将基底水位控制在底版下，藉以克服地下水浮力过大的可能破坏，且因降低基底水压力可减少渗水条件。

工程规划价值评估-案例D

方案一：「抗拔桩工法」设计方案

一般设计：箱型基础+箱基回填混凝土

抗浮设计：「抗拔桩工法」

专案特性：

1. 增作：钢筋混凝土桩
2. 减作：箱基回填混凝土
3. 整体评估：提高成本及延长工期。

工程规划价值评估-案例D

方案二：「基底减压工法」设计方案

一般设计：箱型基础+箱基回填混凝土

抗浮设计：「基底减压工法」

优化设计：箱型基础+板式基础(复合基础)

专案特性：

1. 增作：CMC基底静水压力释放层

2. 减作：箱基回填混凝土

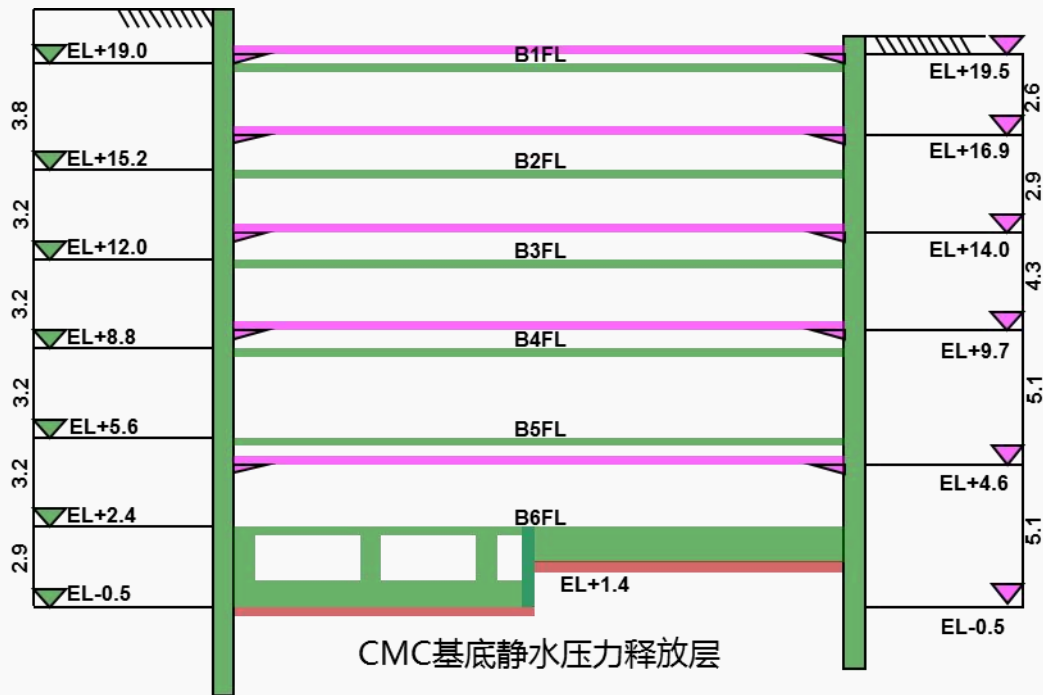
箱基改为板基减厚(混凝土减量)

邻板基段挡土桩减短(混凝土减量)

基底土方开挖减少(土方减量)

3. 整体评估：降低成本与缩短工期。

工程规划价值评估-案例D



案例D



案例E (2016)

建物型式：地上15层/地下6层

建筑面积：1,386平方公尺

开挖面积：1,956平方公尺

开挖深度：GL-22.2公尺

基础型式：箱型基础

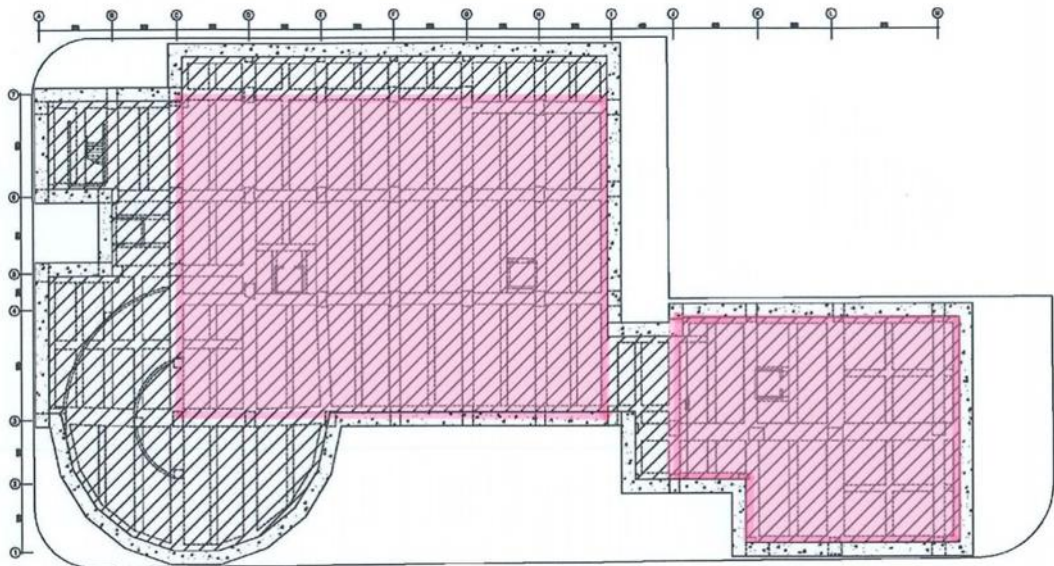
挡土结构：连续墙+安全支撑

基底地层：砂页岩互层

※建筑面积/开挖面积=70.8%



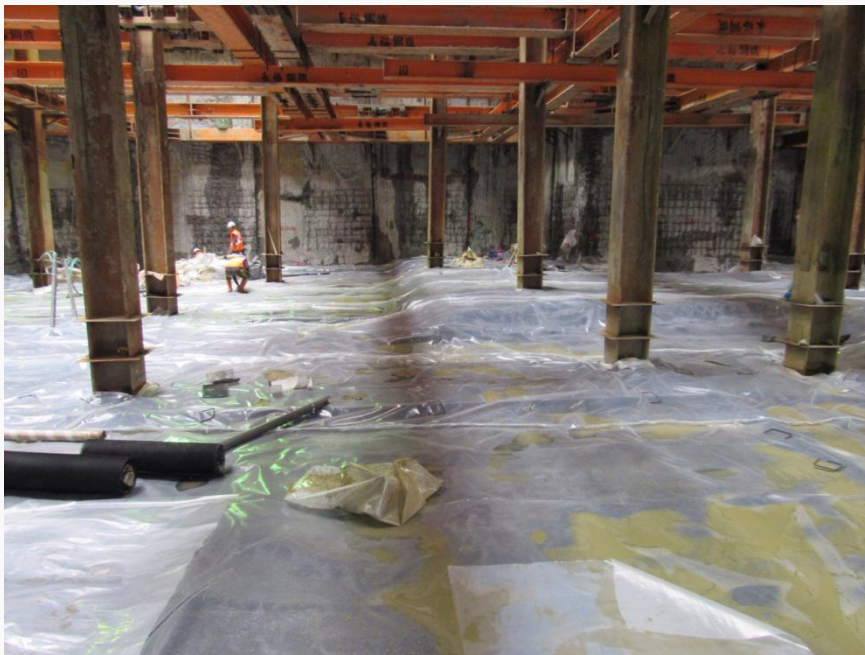
案例E



基底水浮力 22.2t/m^2 (GL-22.2m)

箱基平均載重 $11.5\text{t/m}^2(6 \times 1.5 + 1 \times 2.5)$

案例E



CMC基底静水压力释放层施工流程

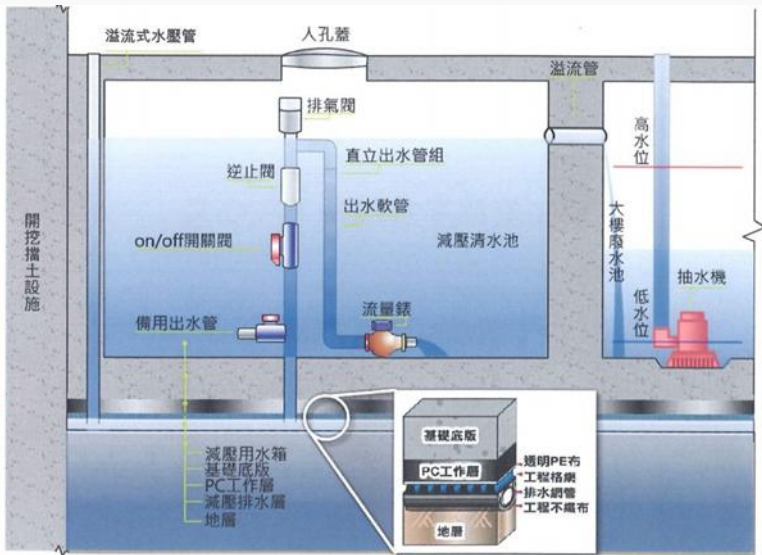


集水系统+出水系统

塑料保护膜层

超导水格网层

高渗透阻流滤层



CMC基底静水压力释放层(过滤层)



CMC基底静水压力释放层(集水系统)



CMC基底静水压力释放层(导水层)



CMC基底静水压力释放层(保护层)



- 铺设塑料保护膜层

CMC基底静水压力释放层(出水系统)

- 安装出水主系统及备用系统

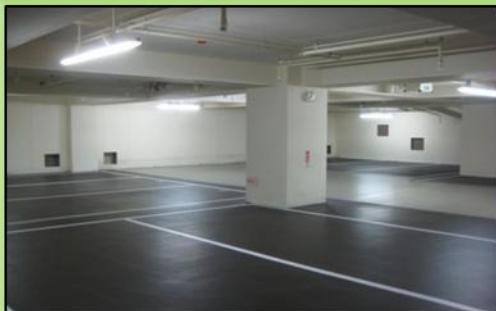
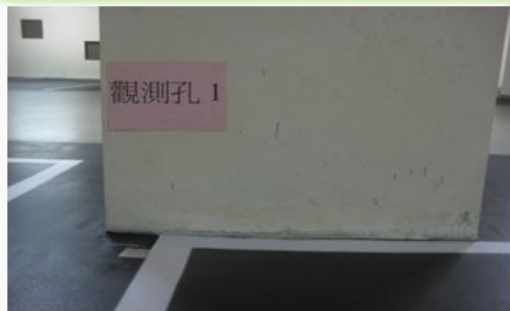


地下空间工程规划目标趋势



1. 基底不上浮、结构不破坏
2. 基础板不渗水、不潮湿
3. 楼板无裂缝、墙面不发霉
4. 降低工程造价
5. 缩短施工期限
6. 维护地下空间之整洁、美观
7. 减少高耗能材料、节能减废。

地下室停车场-案例D2012.08



地下空间工程规划价值评估建议

都市建筑用地取得极为不易尤其是精华区，投资个案常见新颖的建筑设计，大楼载重较不平均(一幢多栋建筑造型)，且地下空间开发需求迫切，多为深开挖地下室(挖深3~6层或更深)；为达成工程「质量」、「造价」、「工期」、「安全」与「价值」等目标，「基底减压工法」可以有效的解决地下水浮力的影响，是地下空间开发与构筑的重要课题！



CMC基底靜水壓力釋放層技術

(CMC Hydrostatic Pressure Relief Technology)



台灣中聯工程顧問股份有限公司 www.cuc.com.tw

台灣中測科技股份有限公司 www.cuc.com.tw

上海預安企業管理諮詢有限公司 www.cmcsn.cn



地質勘查
Geotechnical
Investigation



基礎抗浮
/ 防凍害化
核包工法

滲流水
道疏導導
流控制
解決方案



專利工法
Patent &
Method



岩土工程顧問
Geotechnical
Advisory



岩土實驗室
Geotechnical
Laboratory





感谢聆听！ 敬请指教！

朱 顺 清 2017.04.16
