



关于振动搅拌技术的研究



前言

Preface Page

了解到一些水稳和箱梁混凝土相关难题：

1. 设计的水稳水泥用量较高；（底基层：3.5%，基层：4.5%。42.5水泥）
2. 冬季强度发展较慢，取芯龄期较长（15天）；
3. 由于气温，养护等原因，水稳裂纹易出现；
4. 箱梁混凝土冬季施工早期强度发展较慢，影响梁场周转效率。

为了能够解决或缓解以上问题，提出振动搅拌技术，和大家汇报。

目录

Contents Page



第一部分

普通搅拌机理解析

第二部分

振动搅拌优势分析

第三部分

国内应用情况

第四部分

经济效益分析

目录

Contents Page



第一部分

普通搅拌机理解析

第二部分

振动搅拌优势分析

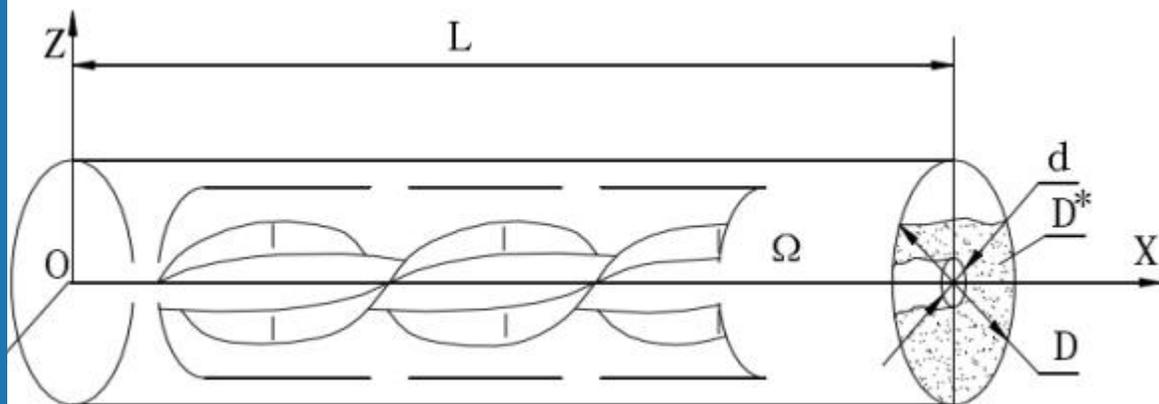
第三部分

国内应用情况

第四部分

经济效益分析

第一部分 普通搅拌机理解析



W —混合物单元体中水泥等某关键成分的含量；

t —搅拌作用时间；

v —物料流沿轴向 x 方向的平均速度；

b_{11} 、 b_{\perp} —分别为搅拌机构参数决定的径向 r 方向和轴向 x 方向的搅拌系

x —圆柱体轴向的坐标；

r —圆柱体的径向坐标。

物质运动方程：

$$\frac{\partial W}{\partial t} = -v \frac{\partial W}{\partial x} + b_{11} \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \frac{b_{\perp}}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial W}{\partial r} \right)$$

改进后：

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \left(v_x \frac{\partial W}{\partial x} + v_{\perp} \frac{\partial W}{\partial r} \right) + b_{\parallel} \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \frac{b_{\perp}}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial W}{\partial r} \right)$$

机械力作用

对流扩散作用

第一部分 普通搅拌机理解析

搅拌过程材料均匀性模型: $V_t = V_0 e^{-t\alpha_{n,k,l}}$ V_0 : 初始均匀性, V_t : 均匀性, $\alpha_{n,k,l}$: 搅拌系数

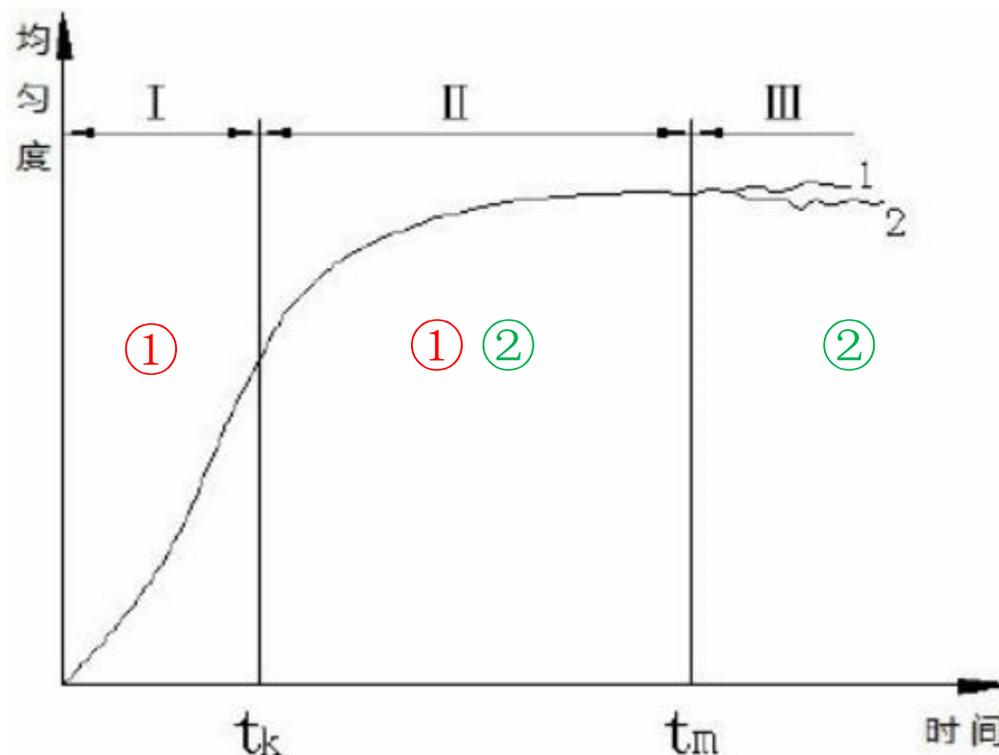
Lee, Roberto and Ronald 2001

阶段1: 拌和主要是靠物料的循环流动来实现。搅拌过程在宏观水平进行, 扩散不明显。

阶段2: 扩散分布加快, 循环流动与扩散运动在拌和中起的作用趋于相近, 各组分重新分布已在微观水平上进行。

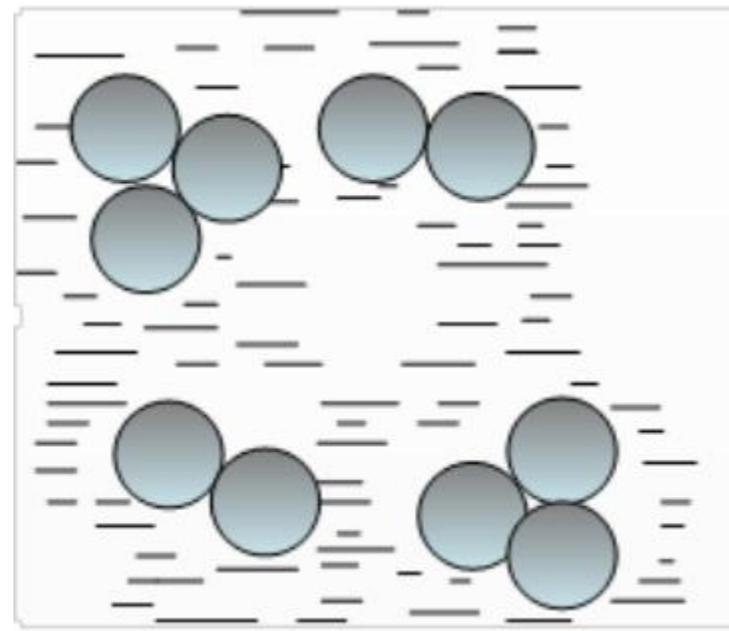
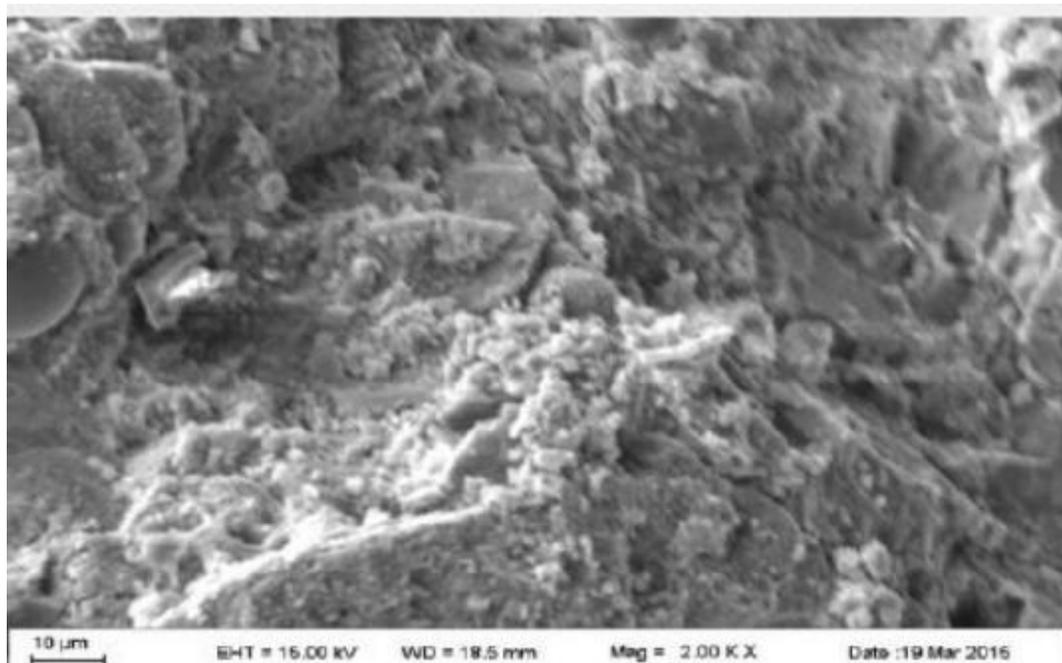
阶段3: 循环流动作用不大, 扩散运动起主要作用。

水稳、混凝土等混合料通过该3阶段达到“均匀”



$$\frac{\partial W}{\partial t} = - \left(v_x \frac{\partial W}{\partial x} + v_r \frac{\partial W}{\partial r} \right) + b_{\parallel} \frac{\partial^2 W}{\partial x^2} + \frac{b_{\perp}}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial W}{\partial r} \right)$$

第一部分 普通搅拌机理解析



水稳、普通搅拌 ×2000

再者，把新拌水泥浆放在显微镜下观察，会有10-30%的水泥出现聚团现象，并未均匀分散在水中。- (Chen, 2012; Charonnat, 2007)

这部分水泥能否节约出来？怎么节约？

目录

Contents Page



第一部分

普通搅拌机理解析

第二部分

振动搅拌优势分析

第三部分

国内应用情况

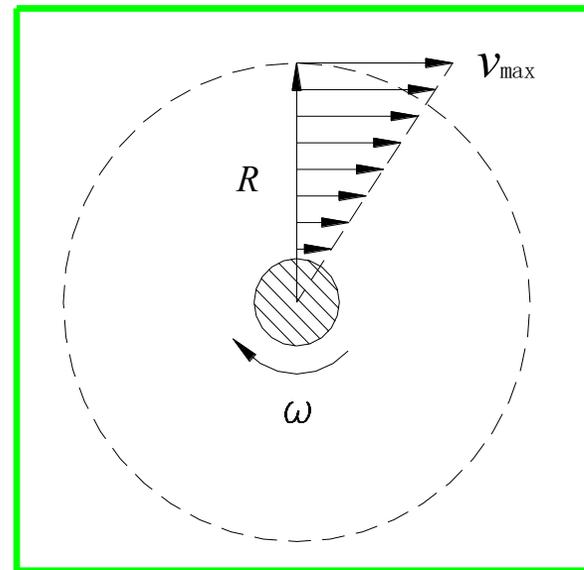
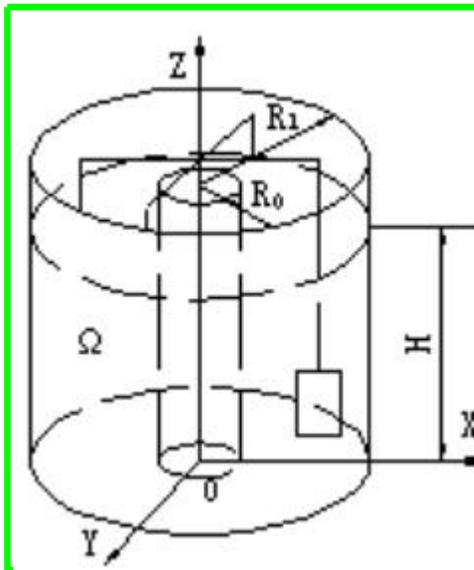
第四部分

经济效益分析

第二部分 振动搅拌优势分析

传统的静力搅拌存在以下缺陷：

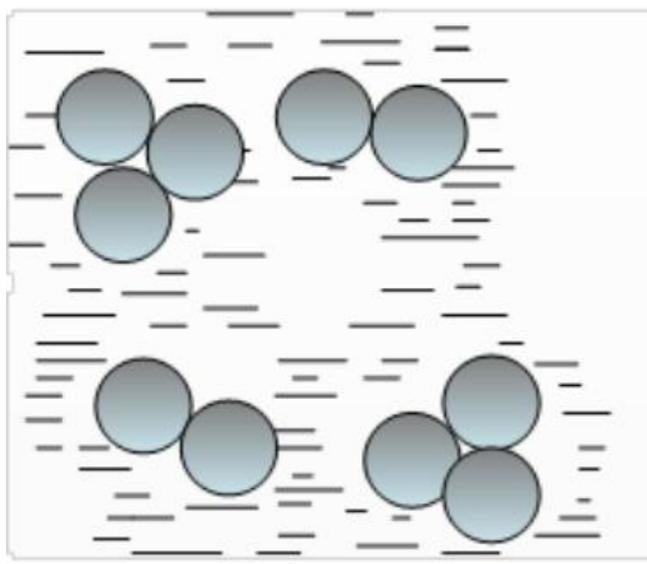
- ①速度梯度缺陷 ②低效率区域缺陷



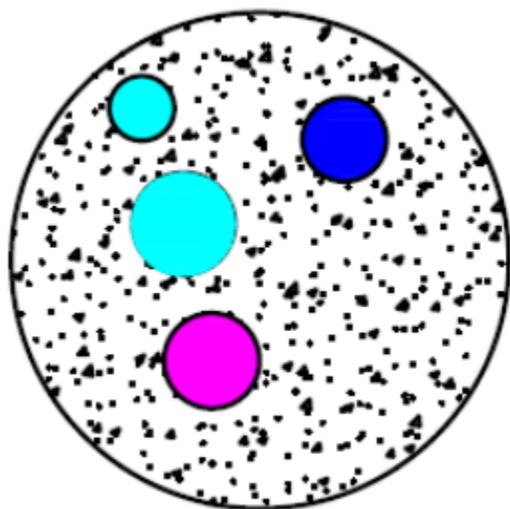
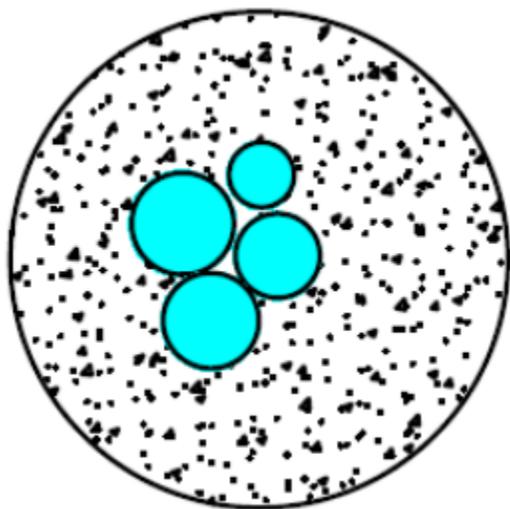
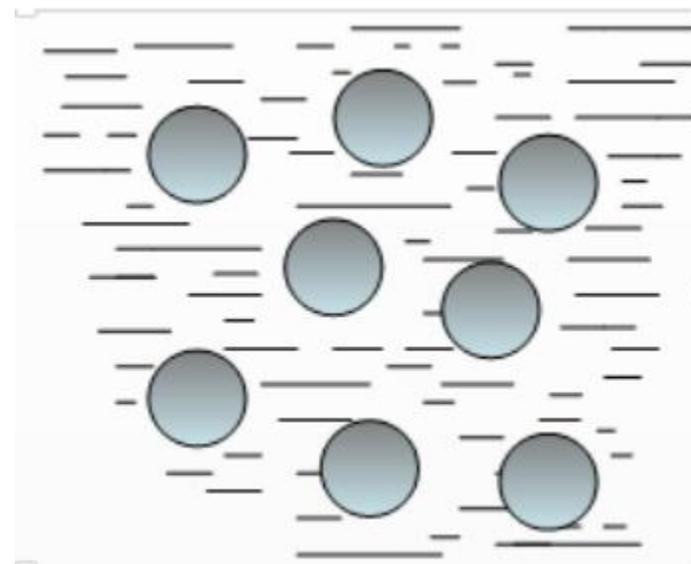
胶凝材料抱轴现象严重，靠近轴心处**线速度小，搅拌不充分。成为低效率区域。**

振动搅拌：在搅拌的同时施加振动作用。比普通搅拌机搅拌频率高，同时搅拌装置每分钟释放**1500次以上振动弹力波**，搅拌装置每次对混合料撞击能量达到静力搅拌机至少**10倍**以上，水泥等细集料充分弥散，水泥水化更加充分，水泥水化产物与骨料表面牢固粘结。

第二部分 振动搅拌优势分析



振动搅拌



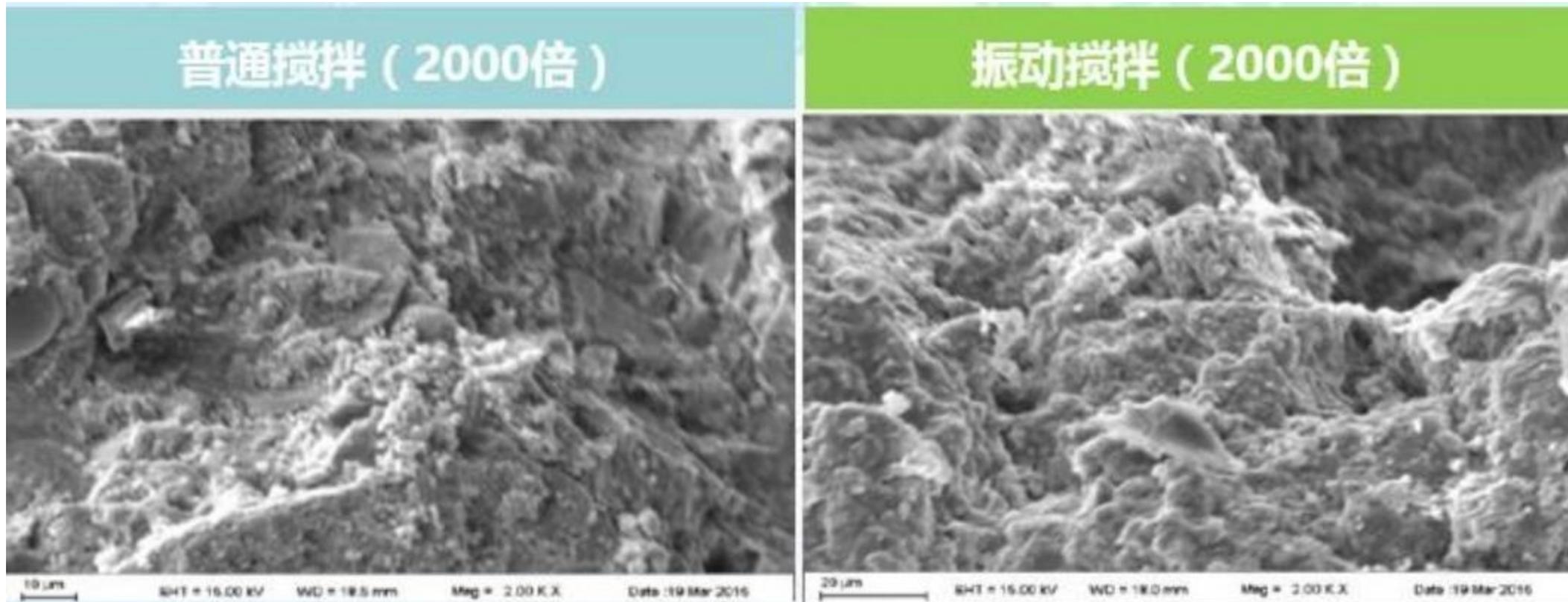
● 水泥颗粒: 3-80 μm

● 粉煤灰颗粒: 45 μm

● 水滴: $\geq 20 \mu\text{m}$

微观均匀:
各种集料、
胶凝材料、
水分均匀分布
水化更充分

第二部分 振动搅拌优势分析



扫描电镜下，水泥聚团效应对比（3d 水稳）

振动搅拌下水泥聚团现象明显更少。

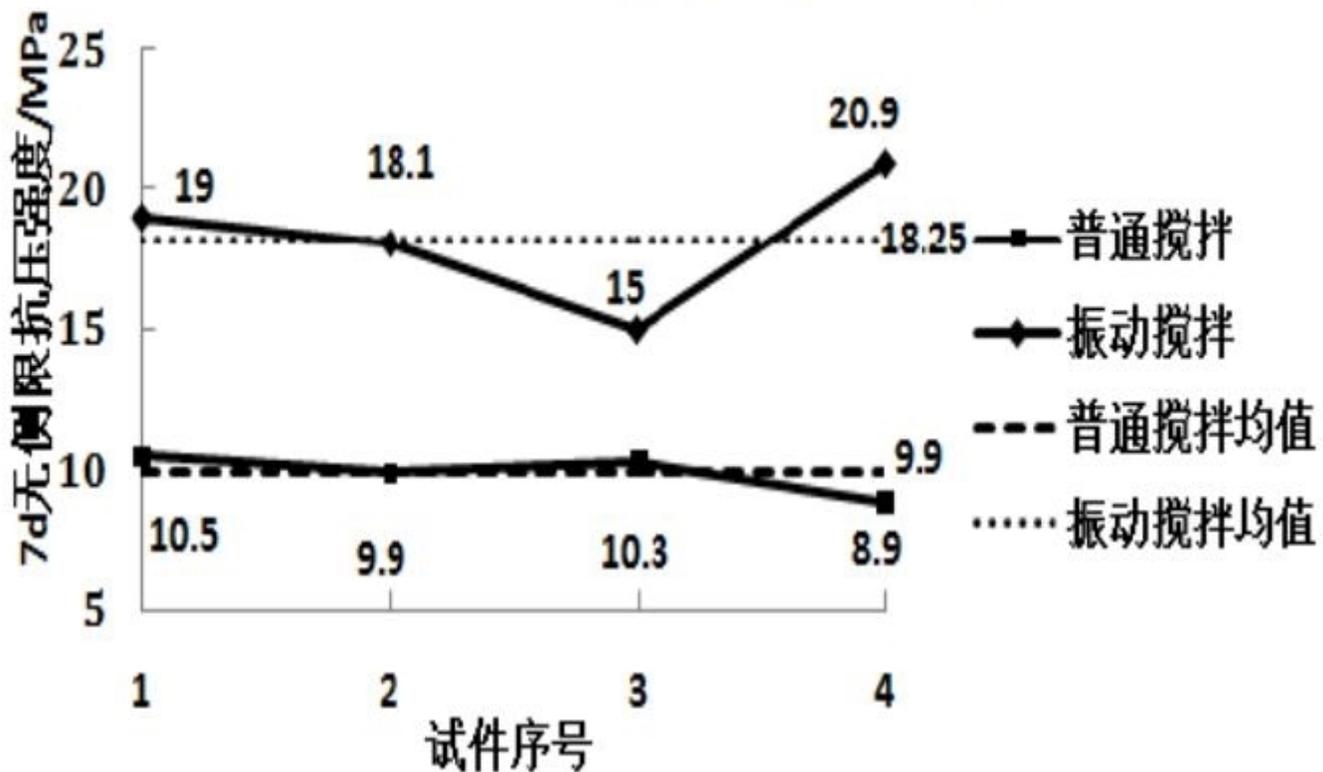
第二部分 振动搅拌优势分析

优势1: 破坏水泥团颗粒。增加参加水化反应的水泥比例；（“有效水胶比”提高）

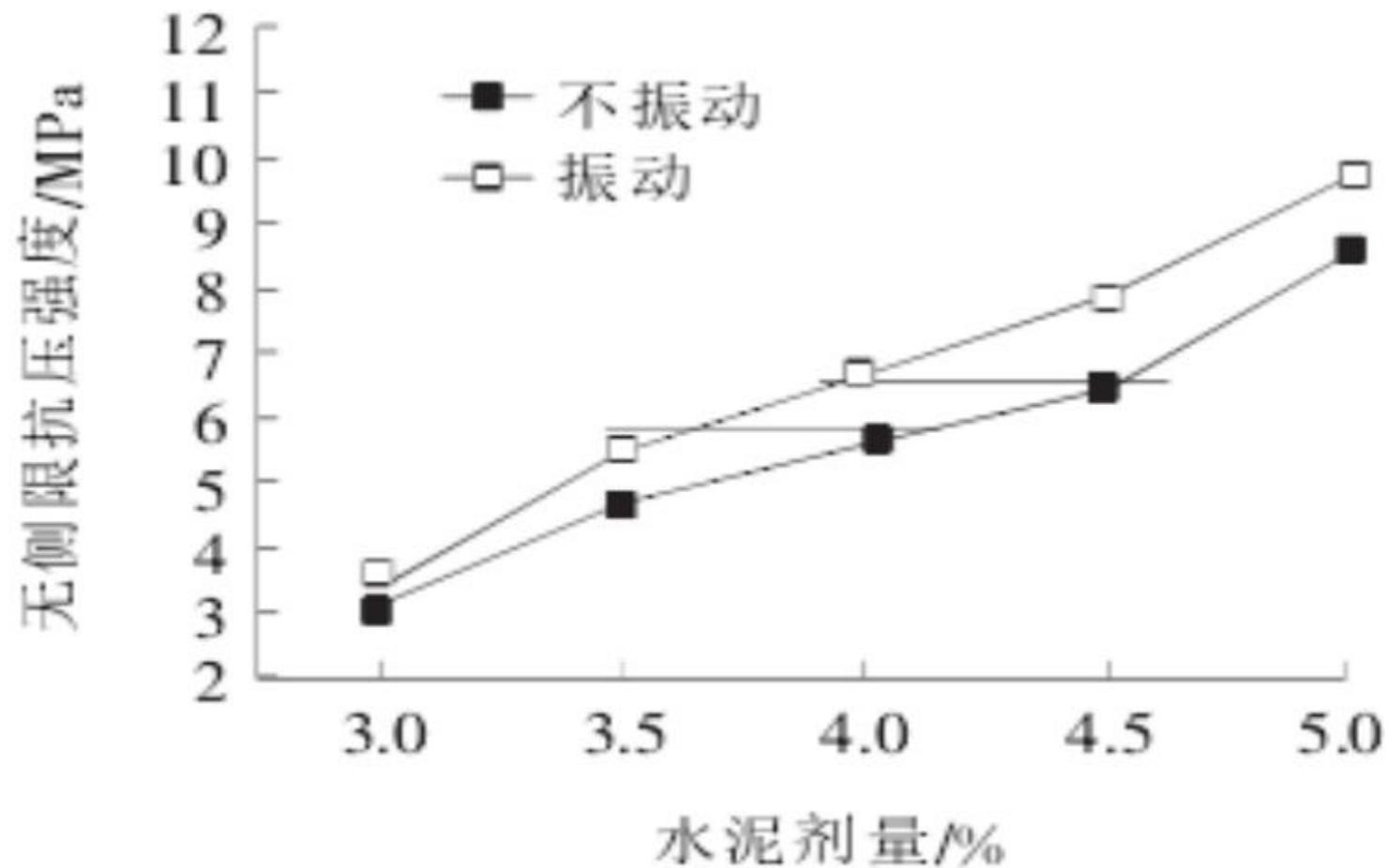
优势2: 净化骨料表面，增加过渡区强度，提高材料强度；（“除尘”）

水泥剂量4%的7d无侧限抗压强度

Feng 2015

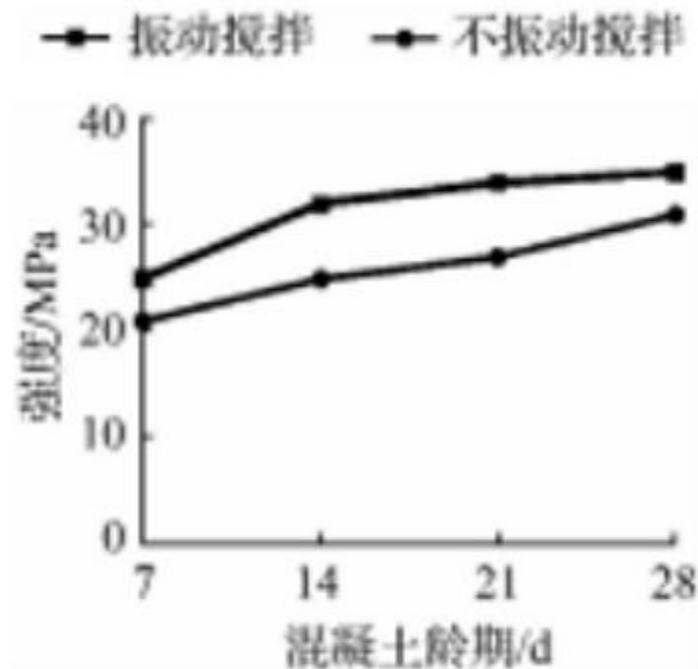


第二部分 振动搅拌优势分析

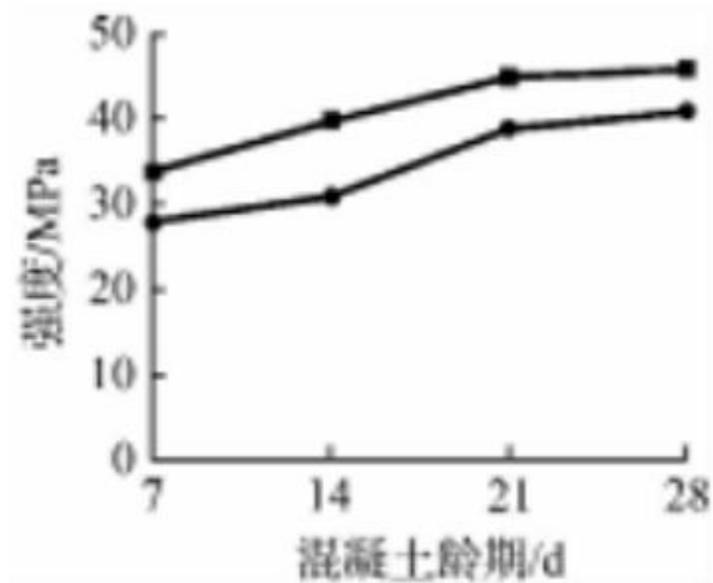


相同水泥剂量，强度高出**20%**。相同强度，水泥含量降低**0.5%**

第二部分 振动搅拌优势分析



(b) C30 混凝土强度随龄期变化



(c) C40 混凝土强度随龄期变化

Feng, 2015

1. 振动搅拌强度 > 普通搅拌
2. C30 振动搅拌接近 C40 普通搅拌

第二部分 振动搅拌优势分析

优势3: 优化气相生成物的质量和数量；（改善流动性，增加可泵性）



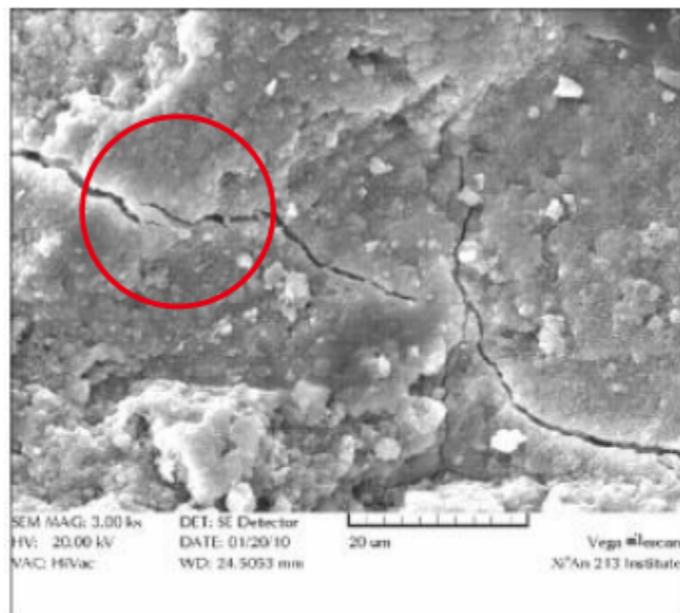
振动搅拌

>

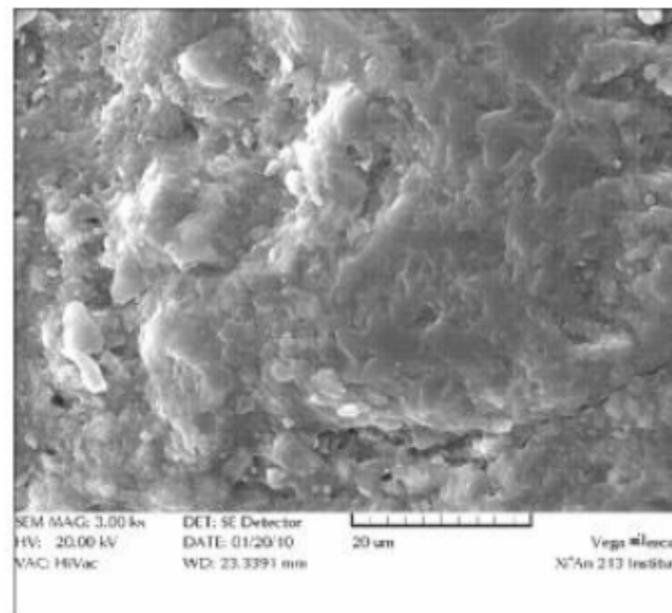
普通搅拌

第二部分 振动搅拌优势分析

优势4: 减少取芯断根可能，以及后期裂纹的产生



(a) 普通静力搅拌试样



(b) 振动搅拌试样

振动搅拌原生裂纹较少，产生裂缝的几率减小，
2013

降低返工的可能性。

Zhang,

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：
<https://d.book118.com/728061075067006072>