

# 基于微细观技术的透水混凝土破坏形态研究

吴伟<sup>1</sup>,施晓东<sup>1</sup>,高晓鹏<sup>1</sup>,单景松<sup>2</sup>,贺金乐<sup>2</sup>

(1.山东省公路桥梁建设集团有限公司,济南 250000;2.山东科技大学 土木工程与建筑学院,山东 青岛 266590)

**摘要:**为揭示透水混凝土受载条件下开裂过程和破坏状态,需要对其内部变形、裂纹产生和扩展规律进行研究。本试验通过数字图像相关(DIC)方法结合 Ncorr 程序和电镜扫描,对透水混凝土试件进行了单轴加载试验,并深入分析了其破坏形态和机理。结果显示:试件在单轴受压过程中,裂纹由微裂纹逐渐增多直到贯穿破坏,产生了脆性和延性两种不同的破坏现象;裂纹类型与配合比密切相关,接近最优配合比的试验组裂纹分布均匀,主要集中在界面过渡区和水泥浆体位置,而其他试验组则出现了较多的裂纹和骨料破坏;此外,破坏后的裂纹多集中在空隙、骨料与水泥浆体界面结合处,呈现出扩展后的主裂纹形态。

**关键词:**透水混凝土;DIC;细观结构;CT 扫描

**中图分类号:**U414 **文献标志码:**A **文章编号:**1673-8020(2025)01-0089-08

透水混凝土作为一种具备优异透水性能的建筑材料,被广泛应用于道路、广场及停车场等路面铺设中,其独特的多孔结构不仅能够促进雨水的有效渗透,减少地面积水现象,而且对于提升城市排水系统效率、缓解城市热岛效应具有积极作用<sup>[1]</sup>。然而,透水混凝土在实际应用中存在着开裂与破坏的问题<sup>[2]</sup>,在不同影响因素下的开裂过程和破坏状态尚未得到充分的研究。

为了深入探究透水混凝土的破坏形态及性能优化问题,国内外学者积极采用微细观试验技术进行研究。早在 20 世纪 80 年代初,美国南卡罗来纳大学的 Ranson 和 Peter<sup>[3]</sup>提出了数字图像相关方法(DIC)的基本理论,为微细观试验技术的发展奠定了基础。通过 DIC 方法等微细观试验手段,研究者们开展了一系列深入的实验和分析。Sutton 等<sup>[4]</sup>利用 DIC 方法测定了材料的位移和应变场,揭示了材料在加载过程中的力学行为;Chao 等<sup>[5]</sup>通过 DIC 方法获取了试件表面的形变云图,通过观察断裂表面的粗糙度来推断出裂纹开裂速度。Tian 等<sup>[6]</sup>指出 DIC 方法在裂缝分析中存在局限性,提出了自适应非连续 DIC 方法来准确地测量非连续位移场;Li 等<sup>[7]</sup>提出了基于 DIC 技术的疲劳裂纹测量方法,成功实现了裂纹宽度、长度

和形貌等参数的自动化测量。

此外,还有学者利用 CT 扫描、电镜扫描等技术对透水混凝土的微观结构和破坏特性进行了深入研究<sup>[8-9]</sup>。党发宁等<sup>[10]</sup>通过 CT 实时扫描研究了透水混凝土的微观裂纹产生、扩展过程;王玥<sup>[11]</sup>利用扫描电镜观察了多孔混凝土的微观结构变化;许耀等<sup>[12]</sup>通过扫描电镜观测了透水混凝土的水化产物微观结构;林海兴等<sup>[13]</sup>通过 CT 扫描研究了透水混凝土在荷载作用下的裂纹变化情况。

为进一步探究透水混凝土内部变形过程、裂纹的产生和扩展情况,本文采用 DIC 和扫描电镜方法,从微细观角度研究不同影响因素下透水混凝土的开裂过程及破坏过程,从而分析其开裂机理。

## 1 透水混凝土 DIC 试件制备

### 1.1 试验方案

试验材料包括天然玄武岩碎石、P.O42.5 普通硅酸盐水泥和实验室普通自来水。采用三因素三水平正交试验方法<sup>[14]</sup>,研究不同空隙率、水灰

收稿日期:2024-07-03;修回日期:2024-09-12

基金项目:山东省自然科学基金(ZR2021ME004);住房和城乡建设部科技项目(2020-K-063)

通信作者简介:单景松(1978—),男,教授,博士,研究方向为路面工程以及道路材料研究。E-mail:skd994189@sdust.edu.cn

比和骨料级配对透水混凝土性能的影响<sup>[15]</sup>。试验将设立 9 组不同的试验条件<sup>[16-17]</sup>,以优化透水混凝土的配合比设计,具体试验组列于表 1。首先将天然玄武岩碎石筛分为 3 种不同粒径区间: D1(2.36~<4.75 mm)、D2(4.75~<9.5 mm)、D3(9.5~13.2 mm),然后采用体积法确定各材料的用量情况<sup>[18]</sup>。试验变量包括空隙率(18%、21%、24%)、水灰比(0.25、0.30、0.35)和骨料级配(G1、G2、G3),G1 级配(D1 占 30%、D2 占 70%),G2 级配(D2 占 80%、D3 占 20%),G3 级配(D2 占 100%)。

表 1 正交试验方案表  
Tab.1 Orthogonal test scheme table

试验组	空隙率/%	水灰比	级配
1	18	0.25	G1
2	18	0.30	G2
3	18	0.35	G3
4	21	0.25	G2
5	21	0.30	G3
6	21	0.35	G1
7	24	0.25	G3
8	24	0.30	G1
9	24	0.35	G2

采用边长为 100 mm 的立方体钢模作为成型试模,通过自动击实成型方法制备试块。试块成

型后,将其放入温度为(20±2)℃、相对湿度为 95%的恒温恒湿养护箱中进行标准养护,养护时间为 28 d。

1.2 试件制备

首先,采用 355 工业级型材切割机对养护完成的试块进行精确切割,利用角磨机进行细致的打磨,将试块切割为两片,并去除两侧边缘的冗余部分,以形成厚度为 3 cm 的等厚度试件;然后,对切割面进行处理,切割后的试件表面往往存在划痕和杂质,这些不利因素会干扰后续的图像采集及数据分析过程,为了消除这些影响,使用羊毛轮对试件表面进行打蜡处理,提升待采集面的清晰度和光洁度,确保满足试验对试件表面采集精度的要求;最后,进行外观质量检查,确保试件外表面无破坏和开裂现象。流程如图 1 所示。

1.3 试件的加载与数据采集

采用 MTS-E45.105 电子万能试验机进行试件的单轴加载,为控制精度,其最大载荷能力不超过 50 kN。使用 PMLAB DIC-3D 非接触式三维应变光学测量系统实现测试过程的数据获取,该系统可通过双相机对被测试件表面进行变形场的测量<sup>[19]</sup>。试件加载和数据采集装置如图 2 所示。



图 1 试件加工制作过程

Fig.1 The processing process of specimens

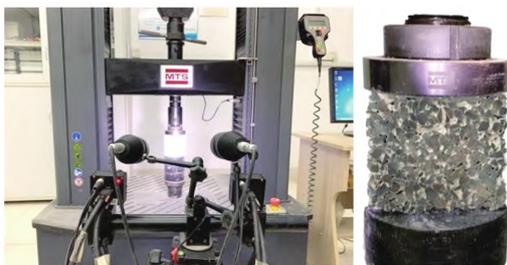


图 2 试件加载与数据采集装置

Fig.2 Specimen loading and data acquisition devices

试验开始前,先进行 2 kN 的预加载,以确保

试验机的正常运行。试验采用准静态加载方式,通过位移控制法进行单轴压缩,以降低透水混凝土这类脆性材料在试验中意外破损的可能性,并确保受压面与试件在成型时的压实面一致,因而以 0.12 mm·min<sup>-1</sup> 的恒定速率连续加载。图像的采集是通过连续拍摄完成的,为了确保加载过程与图像采集同步,并且采集的图像数量足以满足试验需求,在单轴压缩过程中使用了 3D-DIC 观测系统。摄像机的拍摄速度设定为每秒 3 帧,所捕获的图像分辨率维持在 1280×1024 像素,连

续采集图像至试件发生破坏为止,此时加载和图像采集同时终止。

### 1.4 Ncorr 分析流程

通过 MATLAB 开发和使用的 DIC 分析程序 Ncorr,可实现对材料变形过程中特定感兴趣区域 (ROI) 内的位移场和应变场的精确提取与分析。该程序使用特定的算法,实现初始未变形图片与后续变形图片中材料点之间的一一对应。通过提取初始未变形图片中的关键特征点,并精准确定这些点在后续变形图像中的对应位置,Ncorr 能够有效地计算出试件的变形数据。Ncorr 的工作流程如图 3 所示。

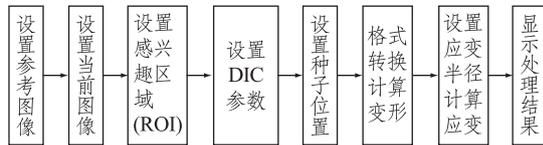
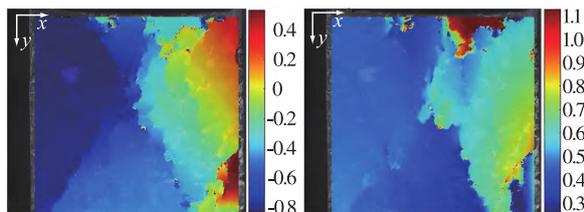


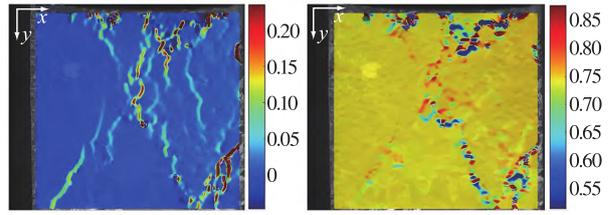
图 3 Ncorr 的工作流程图  
Fig.3 Flow chart of Ncorr

## 2 试验结果与讨论

在数据分析阶段,将首幅图像设为基准图像,并通过校准确定了散斑场的物理分辨率为  $0.095\ 0\ \text{mm} \cdot \text{px}^{-1}$ 。通过对采集到的图像序列进行分析,获得了各试件的加载曲线以及相应的应变场云图(图 4)。云图不仅可以显示试件在加载过程中的形变分布,而且通过选取加载曲线上的关键点,可进一步揭示试件的压缩破坏机制。如图 4 所示,颜色由冷色到暖色过程中应变(位移)逐渐变大。通过对比  $x$ 、 $y$  两个方向的云图,可以发现: $x$ 、 $y$  方向采集到应变场相较于于位移场图像观测效果更佳,能够较好阐述试件在加载过程中破坏形态特征,故采用应变云图分析。



(a)  $x$  方向位移云图(单位:mm) (b)  $y$  方向位移云图(单位:mm)



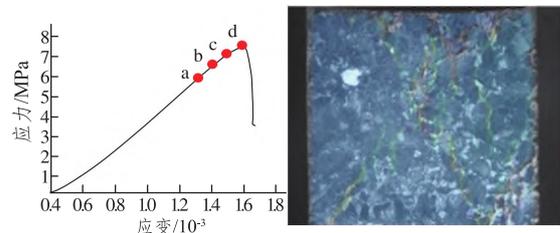
(c)  $x$  方向应变云图(单位: $10^{-2}$ ) (d)  $y$  方向应变云图(单位: $10^{-2}$ )

图 4 位移和应变云图对比

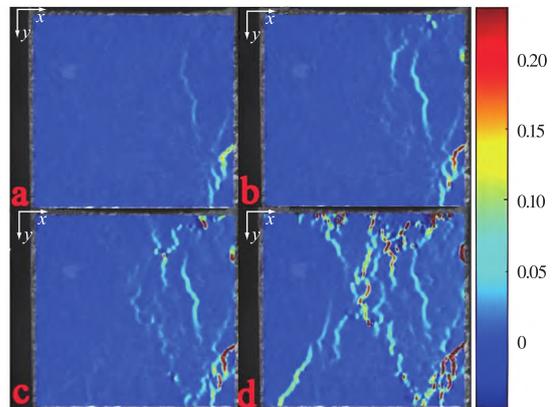
Fig.4 Comparisons of displacement and strain cloud images

### 2.1 横向应变场分析

部分试件的应力-应变曲线图和横向应变场演化如图 5~7 所示,其中(A)图中的点与(B)图是对应关系。通过观察应力-应变图可以看出试件破坏前经历不同的阶段:初始阶段中,随着荷载的逐步施加,试件经历了一个初始压实阶段,此时应力-应变曲线的斜率较低,表现为平缓的增长趋势,这主要是由于试件内部空隙被逐渐压实所致;随后,应力-应变曲线进入线性增长的弹性变形阶段,直至接近峰值应力,期间试件内部结构开始出现微裂纹并不断累积,但整体仍然维持弹性行为;应力达到峰值后,材料迅速进入破坏失效阶段,内部微裂纹累积并发展成主裂缝,最终导致试件的破坏,表现为应力值的急剧下降。



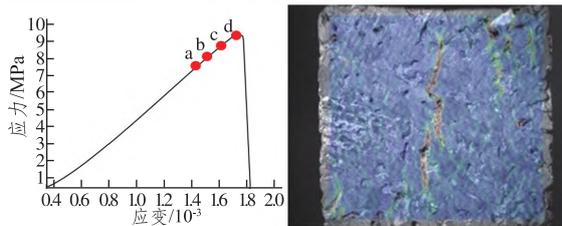
(A) 竖向加载应力-应变曲线和破坏实物图



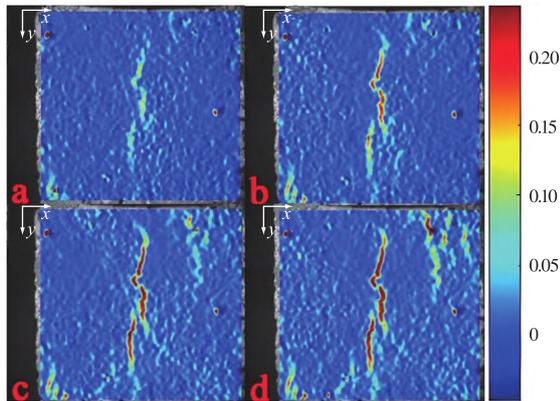
(B) 各标记点横向应变云图(单位: $10^{-2}$ )

图 5 试验组 1 应变场演化图

Fig.5 Evolution diagrams of strain field of test group 1



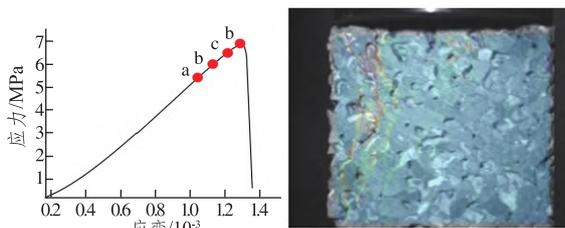
(A) 竖向加载应力-应变曲线和破坏实物图



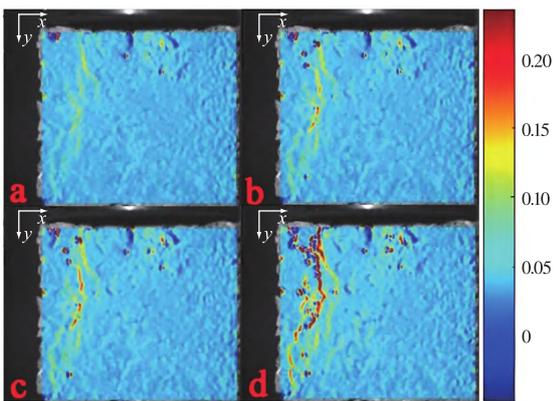
(B) 各标记点横向应变云图(单位:10<sup>-2</sup>)

图 6 试验组 5 应变场演化图

Fig.6 Evolution diagrams of strain field of test group 5



(A) 竖向加载应力-应变曲线和破坏实物图



(B) 各标记点横向应变云图(单位:10<sup>-2</sup>)

图 7 试验组 9 应变场演化图

Fig.7 Evolution diagrams of strain field of test group 9

观察图 5~7,可以发现试件在不同加载阶段的破坏特征。初始压密阶段,内部空隙首先产生一定量的压缩,随着荷载增加空隙四周应力集中越来越明显,局部微裂纹生成,但整体应变分布均匀且较

小。进入弹性变形阶段,试件的应变分布开始出现局部离散现象,尽管整体上仍保持相对均匀,说明此时局部点已产生破坏,产生了界面分离。随着裂纹数量的增多,荷载增加到一定程度后,试件产生破坏失去承载能力,这一过程相对短暂,且由于试件的非均质性,破坏带的形成具有随机性和突发性。在破坏阶段,应力-应变曲线呈现迅速下降趋势,试件内部的主裂纹贯穿,导致失稳破坏。

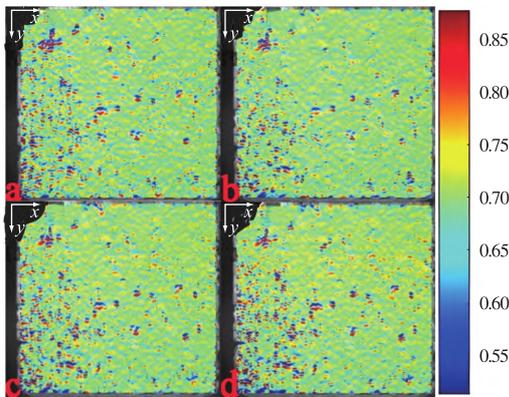
此外,在透水混凝土试件的单轴压缩破坏中,可观察到两种不同的破坏形式:一种是脆性破坏,表现为试件表面裂纹较少或无裂纹,破坏声响大,试验组 2、3、4、5 为此类破坏形式;另一种是延性破坏,试件破坏后整体性较好,表面裂纹多但脱落碎块少,破坏声响小,试验组 6、7、8、9 为此类破坏形式。这些差异主要归因于试件的空隙率水平,较大空隙率时材料变形大,承载能力,内部能量积聚能力差,由于裂纹的多发性和分散性,使得破坏过程显得相对温和,而脆性破坏通常伴随较多的能量积累和瞬间释放。试验组 1 初期裂缝较少,发展到加载后期,开裂突然增多形成主裂缝,属于脆性破坏,但其开裂形态与级配有一定关系,在后文章节进行阐述。

## 2.2 竖向应变场分析

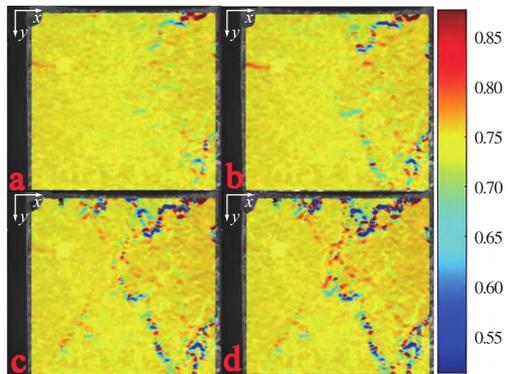
试件的竖向应变场演化如图 8 所示,由 2.1 节可以看到,试验组 5 和 9 可以代表两类破坏类型,试验组 1 比较特殊,单独进行了分析;另外,当试件的空隙率水平低,强度最高时即空隙率为 18%,骨料级配为 G2,水灰比为 0.3,即试验组 2,试件展现出典型的脆性材料的破坏行为。图 8 中可观察到压缩值较高的区域,但这些区域的面积相对较小且分布较为均匀。由此表明,原本缓慢形成和扩展的分散型裂纹转变为突发性的贯穿型裂纹,宏观的竖向裂纹导致试件突然破坏,试验组 1、2、3、4、5 中尤为明显。对于其他试验组(包括试验组 6、7、8、9)的试件,内部水泥基体中广泛存在的大孔结构,在受压过程中这些大孔首先被压缩,从而在竖向应变场云图(图 8(D))中呈现出多个压缩量较大的集中区域,每个区域的面积都比较大。此外,横向和竖向应变较大区域通常位于裂纹生成点附近,说明裂纹的形成是由拉应力和压应力共同作用所致。横向和竖向裂纹的共同扩展改善了试件的脆性破坏特性,并在完全破坏时避免了整体崩塌,这验证了上述受压过程中的

两种不同的破坏现象。

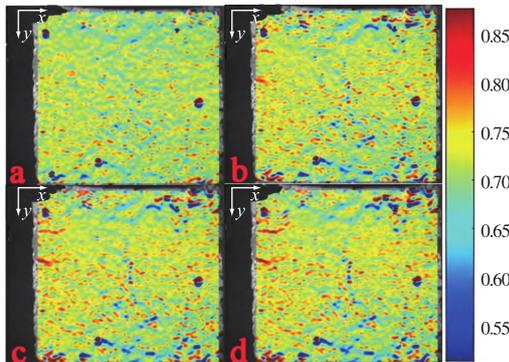
综合横、竖向应变云图来看,在试件受压过程中,除了竖向压应变外,还伴随着横向膨胀应变。试件初始裂纹的位置大多出现在试件的边缘,但随着水灰比的增加和空隙率的减小,裂纹更易在试件的内部形成。裂纹主要呈现为竖直形态,并伴随不规则的横向裂纹,裂纹的发展方向从垂直型转变为具有一定倾斜角度的斜向裂纹,多条裂纹共同扩展直至试件贯穿并最终破坏。同时,试件的横、竖向应变最大区域与实际的破坏位置相符合,这表明透水混凝土的破坏是由横向和竖向裂纹共同作用的结果。



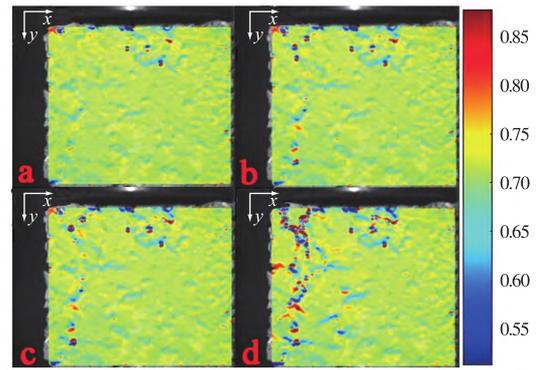
(A) 试验组 2(单位:10<sup>-2</sup>)



(B) 试验组 1(单位:10<sup>-2</sup>)



(C) 试验组 5(单位:10<sup>-2</sup>)



(D) 试验组 9(单位:10<sup>-2</sup>)

图 8 部分试验组竖向应变场演化图

Fig.8 Evolution diagrams of vertical strain field in some test groups

### 2.3 试件破坏形态分析

通过对横向应变演化图和实物图相结合(见图 9~11)进行分析,从破坏类型上来看,接近最大强度的试验组(试验组 2、3、4、5)贯穿裂纹数量较少,且裂纹大部分发生在界面过渡区和水泥浆体位置。越接近最大强度的试验组,空隙率相对较小,骨料级配结构较为合理,在单轴压缩过程中,这类试件应变相对均匀,裂纹离散分布,位置均出现在相对强度较弱的界面和水泥浆处。随着荷载的增加,各位置的裂纹相互扩展、贯通,形成一两条主裂纹。主裂纹继续延薄弱位置延伸至贯穿整个试件,最终失稳破坏。

对于试验组 6、7、8、9 的试件,随着荷载的增加试件初始微裂纹产生位置也均处于水泥浆体或界面过渡区,但由于空隙率较高、内部大孔隙数量较多,试件密度分布不均匀,即非均质化较重,因此导致应变云图中应变分布较为集中,该位置的应力也相对较大。在裂纹扩展的过程中容易遇到粗骨料,使得周围更加薄弱的地方首先开裂,因此裂纹路径弯曲。裂纹扩展基本上也是沿骨料边缘进行的,少部分出现骨料自身破裂(见图 10~11),可能是这部分骨料扁平状较多,且靠近较大空隙,应力集中比较明显,若裂缝沿着骨料边缘进行扩展,将会耗散更多能量<sup>[20]</sup>。

对骨料破坏试验组进行分析研究,发现骨料破坏大多出现在骨料级配为 G1 的试验组(试验组 1、6、8)中,初步分析是由于 G1 级配相较于 G2、G3 级配平均粒径较小,其中 2.36~4.75 mm 粒径的骨料占比为 30%,粒径较小的骨料比表面积较大,因而被水泥浆包裹更充分,相同应力作用下颗粒本身比较容易发生破坏。

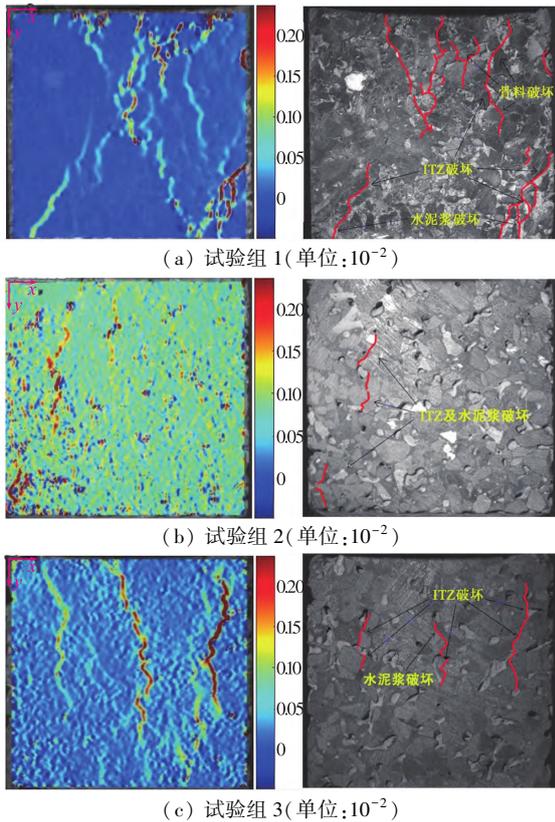


图 9 应变演化图和实物图对比(试验组 1~3)  
Fig.9 Comparisons of strain evolution diagram and physical diagram (group 1~3)

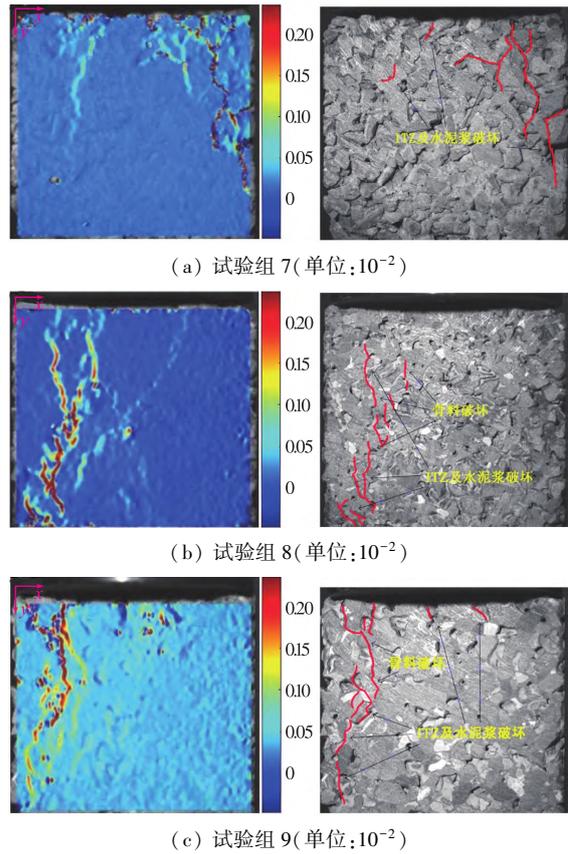


图 11 应变演化图和实物图对比(试验组 7~9)  
Fig.11 Comparisons of strain evolution diagram and physical diagram (group 7~9)

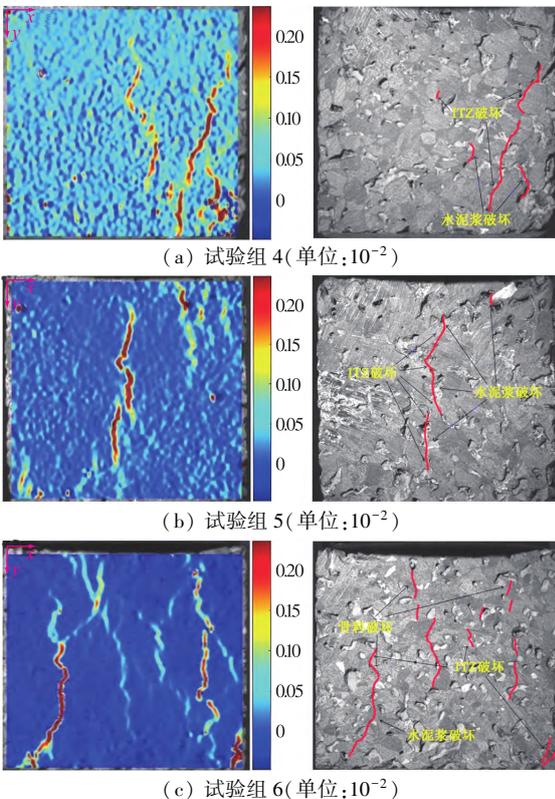


图 10 应变演化图和实物图对比(试验组 4~6)  
Fig.10 Comparisons of strain evolution diagram and physical diagram (group 4~6)

### 2.4 扫描电镜微观分析

采用了 Apreo S HiVac 高分辨率扫描电子显微镜对压碎后的透水混凝土样品界面进行微观结构分析,具体图像如图 12、13 所示。

图 12、13 分别为 0.25 和 0.35 水灰比下的微观水化产物形貌图。可以看出:在 0.25 的水灰比下,氢氧化钙晶体呈球状,体积大且有取向性,但它们之间的接触不紧密从而形成了显著的空隙;随着水灰比提升至 0.35,水化产物不仅体积增大,还开始相互连接,促进了硅酸钙凝胶等产物的团聚,显著增强了微观结构的致密性,但水泥浆体的失水收缩仍会引入一些空隙和微裂纹。总体而言,水灰比在 0.25~0.35 区间时,随水灰比增加,水化产物间的结构变得更加密实,这一趋势表明,适当提高水灰比有利于改善透水混凝土骨料间浆体的微观结构和力学性能。但水灰比应控制在合理的范围,较大时水泥浆稠度低,容易产生离析,积聚于试件底部,影响透水混凝土的渗排水功能。

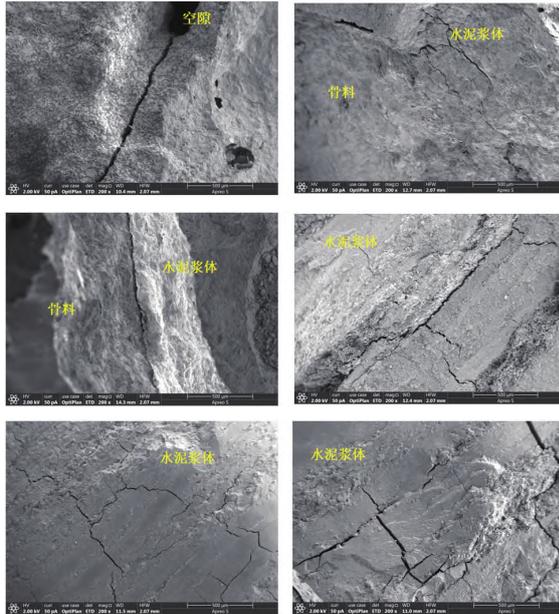
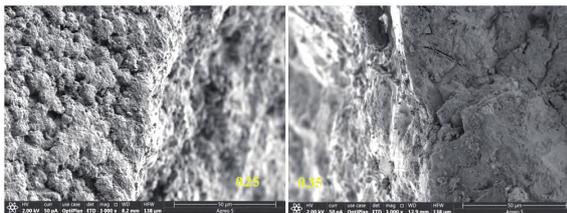


图 12 低倍( $\times 200$ )下试样裂纹分布  
Fig.12 Crack distribution of the sample at  
low magnification ( $\times 200$ )



(a) 0.25 水灰比 (b) 0.35 水灰比  
图 13 高倍( $\times 3000$ )下浆试样微观形  
Fig.13 Microstructure of the slurry sample at  
high magnification ( $\times 3000$ )

由图 12 可以看出:破坏后的透水混凝土裂纹出现在空隙周围、骨料与水泥浆体界面结合处,且裂纹中无新的水化产物存在,说明这些裂纹是在加载过程中产生的。通过对比这些区域裂纹形态,空隙和界面处的裂纹多以一条扩展后的主裂纹为主,而水泥浆体自身处产生的裂纹较短,且相互交错。同时可以判断,微裂纹极易从透水混凝土空隙四周水泥浆体或骨料与水泥浆体界面边缘产生,并向水泥浆体扩展,随着裂纹不断延伸和扩展最后贯穿整个试件,致使透水混凝土的完全破坏。这些区域被认为是透水混凝土最薄弱的环节。

### 3 结论

通过 DIC 方法结合 Ncorr 程序和电镜扫描对透水混凝土试件破坏形态及原因进行了分析,得

出以下结论。

1) 应力-应变曲线与应变云图的结合清晰地展现了试件在受压过程中各个阶段的变形及破坏特性。试件受压过程中呈现出两种破坏现象:一是空隙率较小试件具有脆性破坏特点,表面裂纹较少但破坏具有突然性,声响较大;另一种空隙率较大或细料含量高试件具有一定延性破坏特征,试件整体性较好,表面裂纹较多且逐渐积聚后破坏,破坏声响较小。

2) 透水混凝土破坏是由横向裂纹和竖向裂纹共同形成的,材料空隙率及配合比对裂纹分布产生了显著影响。强度高的试验组裂纹分布均匀,主要集中在界面过渡区和水泥浆体位置,强度低、细料含量多的试验组则出现了较多的裂纹和骨料破坏。

3) 空隙、骨料-水泥浆界面处的裂纹多以一条扩展后的主裂纹为主,而水泥浆体本身产生的裂纹较短,且相互交错。随着水灰比的增大,水化产物堆积变得较为紧密,空隙相对减少,改善了水泥基材料的微观结构和力学性能。

### 参考文献:

- [1] 韦祝,付希尧,张建,等.基于正交试验的再生透水混凝土路用性能研究[J].新型建筑材料,2024,51(2):17-22.
- [2] 周玉玲,明廷臻,万美南.透水混凝土强度及透水性影响因素研究[J].中国测试,2021,47(10):155-160.
- [3] PETERS W H, RANSON W F. Digital imaging techniques in experimental stress analysis[J]. Optical Engineering, 1982, 21(3): 427-431.
- [4] SUTTON M A, DENG X, LIU J, et al. Determination of elastic-plastic stresses and strains from measured surface strain data[J]. Experimental Mechanics, 1996, 36(2): 99-112.
- [5] CHAO Y J, LUO P F, KALTHOFF J F. An experimental study of the deformation fields around a propagation crack tip[J]. Experimental Mechanics, 1998, 38: 79-85.
- [6] TIAN Y Z, ZHAO C, XING J Q, et al. A new digital image correlation method for discontinuous measurement in fracture analysis [J]. Theoretical and Applied Fracture Mechanics, 2024, 130: 104299.
- [7] LI D R, CHENG B, SHI L Z, et al. An automated measurement method for the fatigue crack propagation based on decorrelated digital image correlation [J]. International Journal of Fatigue, 2024, 183: 108265.

- [8] LIU T J, WANG Z Z, ZOU D J, et al. Strength enhancement of recycled aggregate pervious concrete using a cement paste redistribution method [J]. *Cement and Concrete Research*, 2019, 122: 72–82.
- [9] VASSILIKOU F, KRINGOS N, SCARPAS A, et al. Application of pervious concrete for sustainable pavements; a micro-mechanical investigation [C] // *Transportation Research Board Meeting*, 2011.
- [10] 党发宁, 雷光宇, 丁卫华, 等. 素混凝土静动力破坏过程的 CT 细观试验 [C] // 全国水工抗震防灾学术交流会, 2013.
- [11] 王玥. 掺硅灰多孔混凝土本构关系及微观结构研究 [D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2019.
- [12] 许耀, 吴庆, 史文浩, 等. 不同短切纤维对高强透水混凝土性能的影响 [J]. *混凝土与水泥制品*, 2019 (10): 40–43.
- [13] 林海兴, 卢来运, 江锁, 等. 单轴压缩下透水混凝土的结构损伤演化特征研究 [J]. *水力发电*, 2020, 46 (2): 127–131.
- [14] 何毅, 李晨瑶, 甯佳明, 等. C70 高性能混凝土的正交试验设计与制备 [J]. *武汉理工大学学报*, 2023, 45 (9): 42–47.
- [15] 范伟. 透水混凝土研究进展 [J]. *材料导报*, 2017, 31 (S2): 413–416.
- [16] 邱新悦, 黄冬辉, 宋宇桐, 等. 透水混凝土性能的影响因素研究 [J]. *山西建筑*, 2024, 50 (3): 9–13.
- [17] 杨利香, 韩云婷, 宋兴福. 多因素对再生骨料透水混凝土性能的影响及其协同优化研究 [J]. *新型建筑材料*, 2020, 47 (4): 6–9.
- [18] 申明昊, 张粉芹, 许浩然, 等. 基于体积法的不同目标孔隙率下透水混凝土试验研究 [J]. *混凝土*, 2021 (9): 140–144.
- [19] 杜凯, 邓建华, 王化俗, 等. 基于 3D-DIC 技术的约束岩石裂缝扩展研究 [J]. *力学季刊*, 2021, 42 (4): 743–751.
- [20] 雷冬, 乔丕忠. 混凝土压缩破坏的数字图像相关研究 [J]. *力学季刊*, 2011, 32 (2): 173–177.

## Damage Patterns of Pervious Concrete Based on Microscopic Technology

WU Wei<sup>1</sup>, SHI Xiaodong<sup>1</sup>, GAO Xiaopeng<sup>1</sup>, SHAN Jingsong<sup>2</sup>, HE Jinle<sup>2</sup>

(1. Shandong Highway and Bridge Construction Group Co., Ltd., Jinan 250000, China;

2. College of Civil Engineering and Architectures, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266590, China)

**Abstract:** In order to reveal the cracking process and distress state of pervious concrete under load, it is necessary to study its internal deformation process, crack generation and propagation. In this experiment, the uniaxial loading test of pervious concrete specimens was carried out by digital image correlation (DIC) method, Ncorr program and electron microscope scanning, and the distress mode and mechanism were deeply analyzed. The results are as follows. In the uniaxial compression process, the cracks gradually increase from micro-cracks to penetration distress, resulting in two different distress phenomena: brittleness and ductility. The crack type is closely related to the mix ratio. The crack distribution of the test group close to the optimal mix ratio is uniform, mainly concentrated in the interfacial transition zone and cement body, while the other test groups have more cracks and aggregate damage. In addition, the cracks after distress are mostly concentrated in the interstice and the interface of aggregate and cement slurry, showing the expanded main crack morphology.

**Keywords:** pervious concrete; DIC; microstructure; CT scan