

文章编号:1007-6492(2001)03-0022-03

粗糙度对新老混凝土粘结性能的影响

韩菊红, 毕苏萍, 张启明, 徐伟

(郑州大学环境与水利学院, 河南 郑州 450002)

摘要:结合国内外对新老混凝土界面粗糙度的处理及评定方法,进行了5组20个不同界面粗糙度的新老混凝土粘结界面三点弯曲缺口梁断裂试验,试验结果表明,粗糙度对新老混凝土粘结性能有明显的影响,当粗糙度大小用灌砂平均深度表征时,在灌砂平均深度1.0 mm~11 mm范围内,新老混凝土的粘结断裂韧度随灌砂平均深度的增大而线性提高,最后对混凝土加固补强实际工程中的界面粗糙度处理方法提出了建议。

关键词:新老混凝土; 粘结; 粗糙度

中图分类号: TU 528 **文献标识码:** A

0 引言

随着混凝土结构使用寿命的延长,混凝土的老化病害亦日趋严重。在有病害的老混凝土结构上浇筑新混凝土并使其共同承力,是混凝土结构补强加固中常用的方法,保证新老混凝土的良好粘结是混凝土结构补强加固的关键。研究表明:新老混凝土粘结界面粗糙度的良好处理是保证其粘结效果的一个重要前提^[1,2]。

到目前为止,国内外还没有相应的规范或规程对新老混凝土粘结界面的粗糙度处理及评定方法做出明确的规定。美国内务部垦务局编制的混凝土手册中要求:在补浇新混凝土前,要把坏的、松动的和未胶结好的混凝土用铁凿或其他适用工具全部除掉,然后用水砂枪、风动凿岩机或其他适当的方法打毛、清扫干净并干燥^[3]。我国混凝土结构设计规范指出:叠合式受弯构件的叠合面处理应根据叠合面的受剪强度要求来进行,常用的方法有:人工叠合面(包括凹凸形或锯齿形叠合面)和自然粗糙面(指混凝土振捣后不加抹平而形成的有一定凹凸起伏的自然表面)^[4]。目前国内外较常用的粗糙度处理方法有:人工凿毛法、高压水射法、喷砂法、喷气法、气锤凿毛法等;对处理后的粗糙度较常用的评定方法有:灌砂法、粗糙度测定仪法、分数维法、硅粉堆落法等^[5,6]。

本文根据不同界面粗糙度的新老混凝土粘结断裂韧度的三点弯曲缺口梁试验,探讨了粗糙度对新老混凝土粘结性能的影响。

1 粗糙度对混凝土粘结性能影响的试验

1.1 粗糙度对粘结断裂韧度影响的试验分析

本文进行了5组20个新老混凝土粘结界面三点弯曲缺口梁断裂试验研究,试验结果见表1。

分析试验结果可得,当其他条件均相同时,随粘结面粗糙度的增大,新老混凝土粘结断裂韧度相应提高,但仍明显低于新混凝土整体的断裂韧度。如图1所示,新老混凝土粘结断裂韧度为新混凝土整体断裂韧度的12.54%~56.21%。

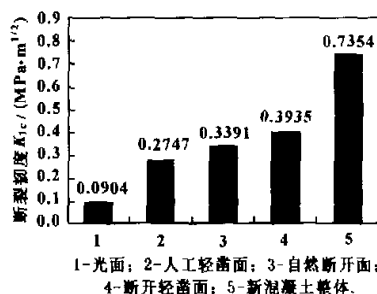


图1 粗糙度对新老混凝土粘结断裂韧度的影响

Fig.1 Influence of the interfacial roughness to the interfacial fracture toughness of new to old concrete

收稿日期:2001-05-25;修订日期:2001-07-01

基金项目:国家攀登计划B资助项目(课题编号:5.2);国家自然科学基金资助项目(59778045)

作者简介:韩菊红(1964-),女,河南省温县人,郑州大学副教授,大连理工大学博士研究生,主要从事钢筋混凝土基本理论及结构耐久性方面的研究。

表 1 粗糙度对粘结断裂韧度的影响

Table 1 Test results of influence for the interfacial roughness to the interfacial fracture toughness of new to old concrete

试件号	试件个数	试件尺寸 $L \times B \times H/\text{mm}$	预留缝长 a/mm	混凝土强度老/新	粘结面粗糙度/mm	界面剂类型	粗骨料最大粒径/mm	粘结龄期/天	断裂韧度 $K_{Ic}/(\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2})$
II-1	4	450×150×150	45	C40/C45	0.1	水泥净浆	20	30	0.0904
II-2	4	450×150×150	45	C40/C45	0.8~1.0	水泥净浆	20	30	0.2747
II-3	4	450×150×150	45	C40/C45	6~8	水泥净浆	20	30	0.3391
II-4	4	450×150×150	45	C40/C45	11~13	水泥净浆	20	30	0.3935
II-B	4	450×150×150	45	C45	整体伴随		20	30	0.7354

说明:①粘结试件中,新混凝土立方体抗压强度 $f_{cu} = 43.50 \text{ MPa}$,劈拉强度 $f_{st} = 3.54 \text{ MPa}$;老混凝土立方体抗压强度 $f_{cu} = 39.32 \text{ MPa}$,劈拉强度 $f_{st} = 3.15 \text{ MPa}$ 。②粘结面粗糙度用灌砂平均深度表示。

从图 1 可以看出,当粘结面粗糙度由光面(灌砂平均深度 0.1 mm)增大到人工轻凿面(灌砂平均深度 1.0 mm)时,其粘结断裂韧度相应地由 0.0904 $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 提高到 0.2747 $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$,即断裂韧度提高了 3 倍多;当粘结面粗糙度由人工轻凿面(灌砂平均深度 1.0 mm)增大到断开轻凿面(灌砂平均深度 12 mm)时,其粘结断裂韧度相应地由 0.2747 $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$ 提高到 0.3935 $\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$,断裂韧度提高了 1.43 倍。由试验结果可得,老混凝土粘结面为光面时其粘结效果最差;老混凝土粘结面

为断开轻凿面时其粘结效果最好;且随粗糙度的增大,其对粘结断裂韧度的提高幅度渐减。当灌砂平均深度在 1.0~11 mm 范围内时,粘结断裂韧度随粗糙度的增大而线性提高。

1.2 粗糙度对粘结断裂韧度影响的显著性分析

本文对影响粘结断裂韧度的每种粗糙度水平均进行了 3~4 次重复试验,故属于重复试验一元方差分析。根据试验结果及显著性检验判据^[7],可对各因素进行 F 检验,其结果见表 2。

表 2 粗糙度对新老混凝土粘结断裂韧度影响的显著性检验结果表

Table 2 Obviousness of influence for the interfacial roughness to the interfacial fracture toughness of new to old concrete

试验水平 X				F 值	F_{α}	显著性判别
X_1 (光面)	X_2 (人工轻凿)	X_3 (自然断开)	X_4 (断开轻凿)			
0.0871	0.2447	0.3341	0.3891	133.40	$F_{0.025} = 4.63$	$F > F_{0.025}$ (高度显著)
0.895	0.2566	0.3648	0.3586			
0.0862	0.3019	0.3185	0.4148			
0.0987	0.2955	—	0.4114			

由表 2 可得,粗糙度对新老混凝土粘结断裂韧度有明显的影响。

1.3 国内外研究成果

文献[2]进行了新老混凝土粘结界面的劈拉试验,结果表明:当用灌砂平均深度来表征新老混凝土粘结面的粗糙度时,随灌砂深度(粗糙度)的增大,其粘结面的劈裂抗拉强度、抗折强度均有提高,但均远低于新、老混凝土整体试件的相应强度。当灌砂平均深度从 1.1407 mm 增大到 2.6074 mm 时,相应的粘结面劈裂抗拉强度由 2.02 MPa 增加到 2.378 MPa,也即灌砂平均深度增加了 56%,而劈拉强度只增加了 15%。

文献[8]认为:当老混凝土表面的粗糙程度为 4~5 mm 时,能够得到满意的粘结效果,而无须把老混凝土表面处理的特别粗糙。

由上面的试验数据对比分析可得如下结论:当粘结面的粗糙度达到某一相应控制值后,其对粘结面力学性能的影响变化减弱。

2 实际工程中粘结面粗糙度处理的建议方法

由试验结果可知,对光滑的老混凝土面稍加人工凿毛处理,即可大幅度地提高其与新浇混凝土的粘结强度。因此,对于实际的新老混凝土粘结工程,老混凝土粘结面一定要进行粗糙度处理,以保证新老混凝土粘结面的粘结效果。

试验结果同时也表明,当老混凝土粘结面有一定的粗糙度后,其粗糙度的进一步增大虽能相应地提高粘结强度,但提高的幅度并不大。由此,对于实际的新老混凝土粘结工程,在保证新老混

凝土粘结面的粘结效果满足工程要求的条件下,可选取施工工艺简单,施工机械化程度低且工程费用低的人工凿毛法进行老混凝土粘结面粗糙度处理。

3 结 论

(1) 粗糙度对新老混凝土的粘结性能有明显的影响,提高粘结界面的粗糙度能明显地改善新老混凝土的粘结性能。

(2) 当粗糙度达到一定程度后,其对新老混凝土粘结性能的影响程度减弱。

(3) 提出了实际加固工程中新老混凝土粘结面粗糙度处理的建议方法。

参考文献:

[1] CECS25:90,混凝土结构加固技术规范[S].北京:中

国计划出版社,1991.

[2] 赵志方.新老混凝土粘结机理和测试方法[D].大连:大连理工大学,1998.

[3] 美国内务部垦务局编.混凝土手册[M].王圣培,译.北京:水利电力出版社,1990.

[4] 沈在康.混凝土结构设计新规范讲评[M].北京:中国建筑工业出版社,1993.

[5] 韩菊红,张雷顺,袁 群.新老混凝土粘结面粗糙度处理实用方法探讨[J].工业建筑,2001(2):1-3.

[6] CEN TC104, Draft European Standard on Products and Systems for the Protection and Repair of Concrete Structures[S].

[7] 汪荣鑫.数理统计[M].西安:西安交通大学出版社,1987.

[8] ADACHI I, HASHIMOTO K, NISHIMURA T. Construction joint of concrete structures using shot-blasting technique[J]. Transactions of the Japan Concrete Institute. 1983(5):61-68.

Influence of the Roughness on the Bonding Properties of New and Old Concrete

HAN Ju-hong, BI Su-ping, ZHANG Qi-ming, XU Wei

(College of Environmental & Hydraulic, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: Combined with the abroad and domestic treating methods for the interfacial roughness of new and old concrete, the interfacial roughness of new to old concrete beams with three points supported is tested. The results show that interfacial roughness can obviously influence the interfacial fracture toughness of new to old concrete. And the proposed method for the practical engineering is put forward.

Key words: new and old concrete; bonding; interfacial roughness