

文章编号: 1002-0268(2003)S1-0183-05

基础修复加固的原则及方法探讨

段乃民¹, 李向东²

(1. 广东省路桥建设发展公司, 广东 广州 510635; 2. 东莞市交通规划勘察设计院, 广东 东莞 512325)

摘要: 本文旨在探讨基础修复加固的原则及方法。首先介绍基础破坏的形态与成因, 接着说明基础修复加固的原则与方法, 包括基础加固的目标与安全准则、工程属性与处理流程、方案方法, 最后则以桩基础及扩大基础为例, 简述各种可行的加固方法及工艺, 以资参考应用。

关键词: 基础; 加固; 设计; 施工

中图分类号: U445.7+3 **文献标识码:** A

Research on the Principals and Methods for Foundation Restoration and Enhancement

DUAN Nai-min, LI Xiang-dong

(1. Guangdong Road & Bridge Construction Development Co., Guangdong Guangzhou 510635, China;
2 Dongguan Municipal Traffic Planning and Survy Institute, Guangdong Dongguan 512325, China)

Abstract: The purpose of this paper is to study the basic principals and methods for foundation restoration and enhancement. The failure modes and mechanics of foundations are studied first, followed by the principals and methods for restoration and enhancement, including the target and safety principals, design concept, project properties and sequence of processing. At the end of the paper, for reference purpose, examples are given for pile foundation and spread foundation restoration and enhancement, some possible methods and processing techniques are briefly described.

Key words: Foundation; Restoration and enhancement; Design; Construction

由于地质水文的难预见性、外荷载的提高、设计不周、施工质量等问题等各方面因素, 经常造成基础的不稳定性破坏, 进而影响整体结构的稳定及安全性, 或丧失使用功能。因此, 研究基础加固措施、防范基础损害于未然是一项重要的课题。

本文将首先介绍基础破坏的形态, 继而对其加固设计与施工的原则、方法予以归纳及分析。

1 基础破坏的形态与成因

建筑物、工程设施等构造物的基础经常发生的破坏及损害的形态、类别包括: 构造物产生下沉、差异沉降、倾斜; 地基滑动、侧移、基础断裂、拱起、抬升、悬空; 桩头、桩身、柱头、基础梁板等破损或龟裂等整体性或局部性损坏。

破坏的成因可简要归纳为(1)基础地质条件;(2)

构造物的荷载或结构构造方面的不利因素;(3)其它影响因素等 3 方面, 如下所示。

1. 因地质条件造成的破坏典型形态见图 1。

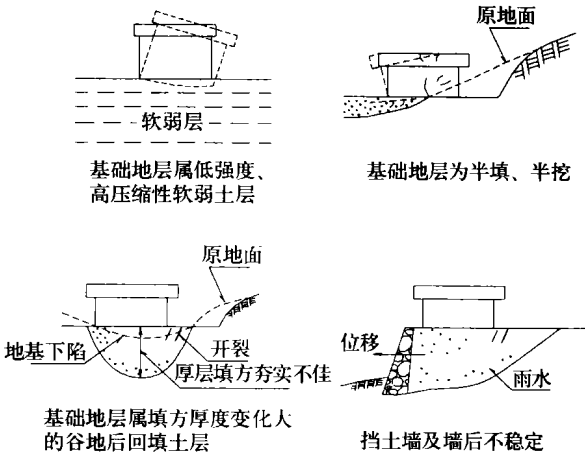


图 1 地质条件造成的基础破坏

2. 构造不良引起的, 如增、改建或变更用途造成载重增加或偏心和基础采用不同型式之基础结构, 见图 2。

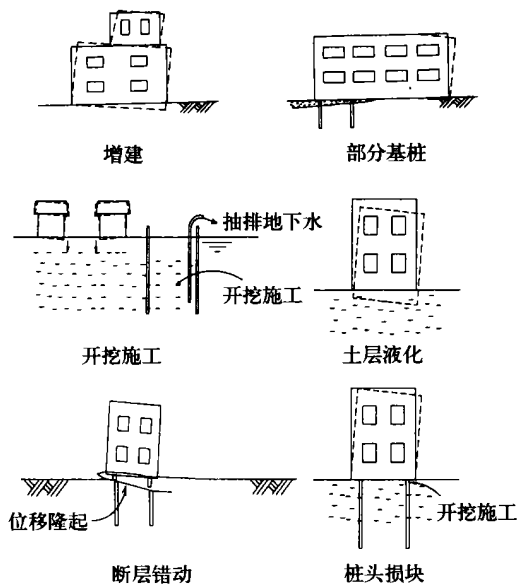


图 2 构造不良引起的基础破坏

3. 其它因素影响, 如基础邻近地域进行深基坑开挖, 地震之震波引致土层液化, 丧失承载力; 水平振动造成桩基受损。

2 基础修复加固的原则

基础修复加固的专业设计与施工技术都要求很高, 若考虑不周、处置不当, 从而发生其它事故后, 可能引致的反效果会使结构破坏反而加剧, 甚至造成连锁反应、损害邻近结构等等。因此, 从事基础的修复加固工作时, 应从多方面周全考虑。

一般而言, 基础修复加固方案方法的考虑, 至少应充分掌握及符合下列 4 项目标:

1. 配合上部结构的补强, 除满足上部结构的安全与性能要求外, 整体构造应合乎使用功能上的要求。
2. 基础修复加固(含地基改良)后必须能安全承受补强后结构物的总荷载。应参照新的荷载标准, 提高结构承载能力。特别是构造处理上应结合上部构造的补强加固, 统一提高整体结构的承载能力。具体实施时, 应依建筑物所处的地理位置、结构类别、基础型式、建筑物现状、重要程度、上部构造加固补强的可能性, 以及使用价值和经济上的合理性作综合考虑, 但最起码的要求, 是经加固后的建筑物及基础, 在遭到现时破坏荷载标准作用下应不致再次产生破坏。
3. 当再度发生破坏成因时的自然因素, 经修补

加固后的基础应能使建筑物的安全性及结构性能不致再次产生破坏。在地基基础鉴定的结果上, 应充分考虑加固后可能发生的、今后地质情况的进一步变化。构造处理上基础的修复加固应着重考虑避免偏心, 避免不同种类基础并用, 避免加固后反而使某部位相对较弱, 或刚度突变, 使得地质情况进一步变化时, 结构再次引致局部破坏。也就是说, 各部位修复加固后整体构造的安全标准应一致。

4. 加固后建筑物的使用性能标准高低, 也应按建筑物的预期使用年限予以弹性考虑, 若结构仅要求 3~5 年的短期使用后即拆除, 则可在合理范围内予以放宽; 若结构要继续长期使用, 则最好以永久加固目标的要求来处理。

3 基础修复加固的工程处理流程

基础修复加固的工程性质因其着重的目标不同, 修复加固措施的适当与否, 不仅影响结构物本身基础加固的成败, 处理不当更易引致损害事件, 因此从基础损害鉴定、损害原因分析开始, 至加固方法的选择、设计、施工、检测及竣工验收等流程(如图 3), 每一环节均须仔细考虑, 分析其间关系。

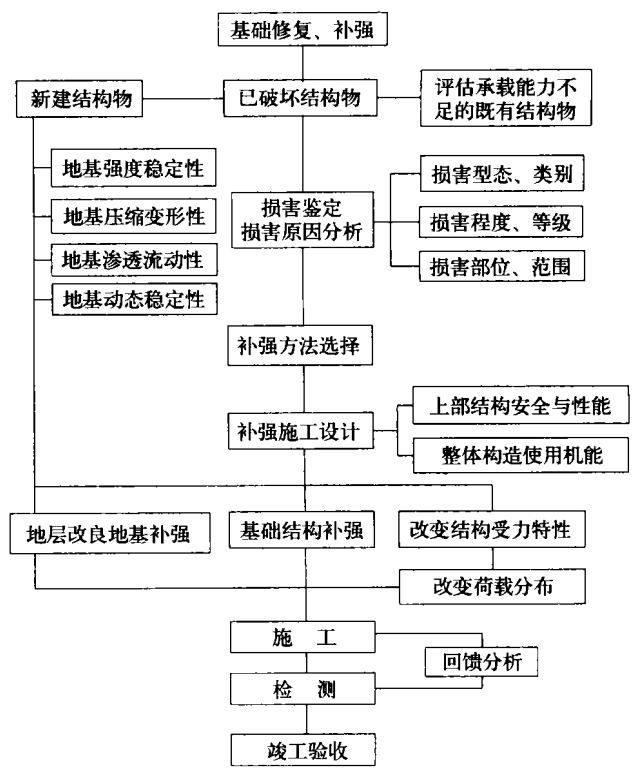


图 3 基础修复加固的工程处理流程

是否能选择最适宜的修补加固方法, 关键在于能否正确地把握基础受损状况及成因, 因此在一开始的损害鉴定阶段, 即应详查基础的损害型态、类别、损

害程度、等级、损害部位、范围等等,如有必要应实地挖掘,并做好摄像、照相等记录。

4 基础修复加固的方案分类

基础修复加固的方案方法依处理对象(地基本身或基础结构)的不同或原理(提高承载力或降低使用功能)的差异,可概分为(1)地基补强;(2)基础结构加固;(3)改变受力机制三大类,由于影响地基破坏的因素众多,若仅采用单一方法加固往往难以完全奏效,因此实际上常须多种方法配套同时进行,才能达到加固的目的。以下简单介绍3种不同方法的加固概念。

1. 地基补强(地基改良)

若基础位于软弱或软硬不均的地基上,压缩性大,抗剪强度低,或有发生土壤液化的可能,可透过压密排水、夯实、化学固结及置换等方法改良土层性质,强化、固结地基,提高地基的承载力、降低压缩性、增强稳定性。此方法一般较适用于新建结构物的地基处理,对于现有受损结构物的基础加固常是利用灌浆固结等方法搭配使用。

2. 基础结构加固

基础结构的加固方法和基础破坏状况、基础型式、建筑物规模及复原等级都有密切关系,方法虽多,但其目的皆在恢复或提高加固后建筑物基础的承载能力及建筑物原有的使用功能。

(1) 差异沉降、倾斜扶正

扶正方式有:利用千斤顶上抬的顶升法;以扩大基础建筑物为对象,在地基中灌入材料,通过地基的隆升将建筑物抬高的灌浆法。

前者透过机械式的操作,因此准确性较高,而后者虽然准确性较差,但却都能符合修复操作时简便、迅速的要求。

(2) 基础修补

包括托换原基础或加固补强原基础两种方式。前者是对破坏受损、强度不足的基础构造,针对基础型式、荷载分布及地基条件等予以加宽、加深、外增托换,或使用桩基托换。而后者是将原基础加固加厚,或使用水泥浆或环氧树脂等补强材料,注入原基础裂缝或扶正后的空隙使其结合,以提高原基础的抗弯、抗剪、抗渗透及抗侵蚀的能力,并提高其承载力。当基础损害程度较少,建筑物不须抬升扶正时,亦可以仅修补基础部分损害部位,如桩头、基础梁等,以保持其功能。

(3) 重建、新设基础

若评估原基础构造修补后仍不足以满足使用要求,或原基础损害严重无法再使用时,则需考虑重建或新设基础。重建的基础可能在原基础下,或在原基础外再以承台联结;也可能由桩基变为扩大基础,再配合地基补强,其形式应根据基础损害情况及重建基础的施工条件而定。

3. 改变结构受力特性

改变荷载分布及结构受力特性、增设伸缩缝或加强上部结构刚度等,以改变基底应力的分布状态,使基础受力均匀,减少结构物的差异沉降,也算另一种型式的基础修复加固。

5 基础修复加固的具体方法

结构物的基础一般可分为桩基础及扩大基础,扩大基础又可分为筏型基础、条型基础、独立基础、联合基础及联梁基础等,基础型式不同,破坏的类型及损害程度可能有很大差异,修复加固的方法自然亦随之不同。

1. 桩基础的修复补强加固方法

桩基础修复加固方法的选择与桩基的受损程度有很密切的关系。若既有桩尚可再利用,一般是对桩头部等能目视的损坏部分作修补,如使用钢管包套既有桩分段压入、焊接,其间隙以水泥浆等填充(见图4(a));或将既有桩桩头切断,以钢管套入既有桩分段压入、焊接,其间隙亦以水泥浆等填充(见图4(b))。也有根据压入桩的承载能力,如将既有桩桩头切断,在基础梁及桩间用千斤顶将既有桩压入较佳的持力层,以增强桩的承载力(见图4(c));或是在既有桩底端或周围地层、空洞以水泥浆固结、强化,以增加地基整体的稳定性(见图4(d))。

若既有桩不能再使用的话,须另设新桩。此时可采用钢管桩压入方法(见图4(e)),以原基础为反力,使用千斤顶将钢管分段压入焊接成钢管桩,以辅助既有桩承载力的不足;但若建筑物较轻或结构条件不佳,致千斤顶压入有困难时,也可采取人工挖掘的方式作深基础桩置换(见图4(f))。在大规模复旧时,也可在建筑物四周增设新桩及帽梁托撑(见图4(g)),以提高基础的承载力。

另外,若既有桩损害严重,无法再使用,亦可改为采用扩大基础,与承压板及地基改良并用(见图4(h))。此外,若建筑物周边空间、环境许可的话,亦可先将建筑物搬移,等新桩施工完毕后,再恢复其原来位置(见图4(i))。

桩基础修复加固的方法很多,各具特色及适用

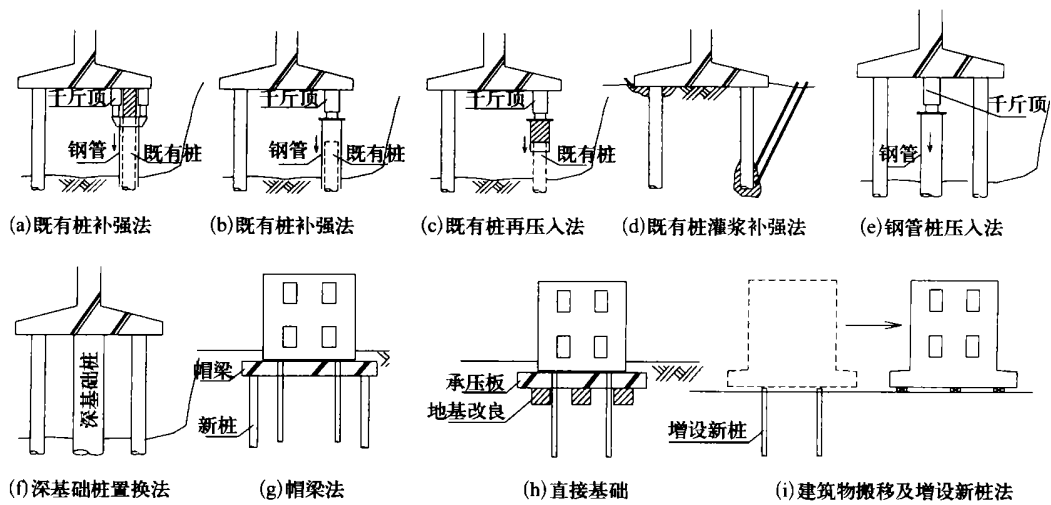


图 4 桩基础的修复补强加固方法

性, 应按桩的破坏程度、地基种类、防止下陷方式、未来稳定性及周边环境状况等条件综合评估后选择。

2. 扩大基础的修复加固方法

扩大基础因为埋深较浅, 即使受到和桩基础同等程度使建筑物倾斜的外力时, 其基础材质本身受损的机率较小, 大部分是因地基承载力不足而使基础下陷、倾斜, 为恢复其承载功能, 有必要针对个别的损坏情况作修补。因复原等级的要求不同, 基础修复加固的方法从放入千斤顶或灌入浆液将建筑物撑起, 利用以往的支持层来承载的一般方式, 到依地基状况设置新桩的方式都有。

单单只是建筑物轻微倾斜受损时, 若基础持力层稳定且沉陷量小, 可在基础与地梁之间, 或直接将柱切断在柱间设置千斤顶将建筑物顶升, 而后再以水泥砂浆填充其间的空隙 (见图 5 (a))。

若建筑物下陷情况严重或基础已多处龟裂, 或基础持力层承载力不足, 欲增大基础板补强, 或欲变更基础型式时, 可先将地梁以钢梁补强托撑, 顶升钢梁后再将损坏的基础打掉拆除重建 (见图 5 (b))。

若基础承载力较差, 可先在基础下方构筑钢筋混凝土承压梁板或先将基础持力层灌浆改良补强后, 再藉以顶升基础 (见图 5 (c))。

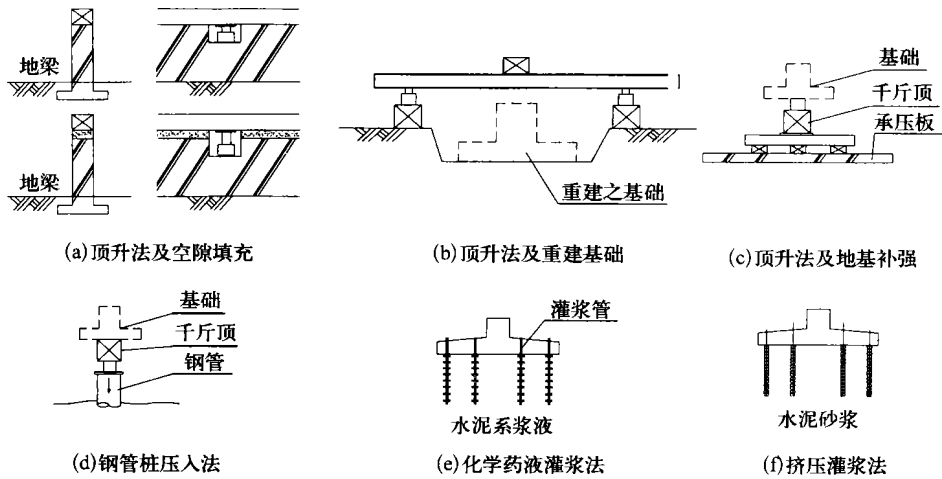


图 5 扩大基础的修复加固方法

若千斤顶顶升有困难或不方便时, 亦可考虑在建筑物下陷较小的一侧以人为降低的方式来调整它。而对中等规模的房屋住宅或钢筋混凝土结构物, 或位于软弱地基上的基础, 为防止将来再度沉陷受损, 也有以钢管桩压入工艺的方式 (见图 5 (d)) 来变更基础

型式的, 钢管桩压入持力层后, 兼具支承及顶升基础的功效。

在扩大基础的修复加固方法中, 除了以千斤顶来顶升建筑物扶正外, 也可以兼具地基改良及隆升地基达到扶正结构物功效的灌浆法来施工。在基础修理工

程中常用的灌浆法有 2 种，一是化学药液灌浆法（见图 5（e）），是在基础下方以水泥浆液灌注，对填充地层中的空洞固结效果比较好；二是挤压灌浆法（见图 5（f）），采用特殊高压泵将稠度较高的水泥砂浆挤压入基础持力层，对改善持力土层蠕变造成的沉降或后期沉降效果不错。

6 结语

基础的修复加固无论设计与施工都是比较复杂的，建议具体实施时请专业队伍承担，也建议工程界

尽快制定出相关规范以供遵循。

参考文献:

[1] 曾国熙, 卢肇均, 等. 地基处理手册 [M]. 中国建筑工业出版社, 1996.

[2] 林宗元, 主编. 土木工程治理手册 [M]. 辽宁科技出版社, 1994.

[3] 中国建筑工业出版社. 结构工程师常用规范选 [M]. 中国建筑工业出版社, 2003.

[4] 叶书麟. 地基处理工程实例手册 [M]. 中国建筑工业出版社, 2000.

（上接第 180 页）

律与普通混凝土类似。

（4）EACC 的抗压弹性模量显著低于素混凝土，随龄期增长，EACC 的强度增加。

（5）与普通混凝土相比，EACC 具有一定的温度敏感性，但温度敏感性较低，高温时承载力不会大幅下降。

（6）EACC 的抗干缩开裂能力优于普通水泥混凝土，EACC 的抗温缩能力优于普通水泥混凝土。

（7）EACC 的抗渗性明显高于普通水泥混凝土。

参考文献:

[1] 沙爱民, 郭朝华. 水泥-乳化沥青复合结合料研究 [C]. 中国公路学会第四届理事会论文集, 1997.

[2] 中华人民共和国交通部. 公路工程水泥混凝土试验规程 (JTJ054-94) [S]. 北京: 人民交通出版社, 1994.

[3] 廉慧珍, 童良, 陈思义. 建筑材料物相研究基础 [M]. 清华大学出版社, 1996.

[4] 严家及. 道路建筑材料 [M]. 人民交通出版社, 1986.