

中国土木工程学会
中国建筑学会

结构物裂缝问题学术会议 论文选集

第 2 册

(混合结构)

· 内部发行 ·

中国工业出版社

本选集是根据中国土木工程学会、中国建筑学会于1963年6月召开的
结构物裂缝问题学术会议所征集到的论文编辑而成，现分钢筋混凝土结构
及混合结构两册出版。

本册属于混合结构。内容包括温度-收缩及地基不均匀沉降等引起砖
墙裂缝问题的论文16篇。这些论文大多是我国近年来工程实践的经验总结
和科学研究的成果；论文分别从设计、施工、材料等各个不同角度来论述
上述砖墙裂缝的成因、特征、危害性及其防止、处理和加固措施。

本选集可供从事土建设计、施工和科研的工程技术人员和高等院校土
建专业的师生参考。

中国土木工程学会
中国建筑学会
结构物裂缝问题学术会议论文集
第 2 册
(混合结构)
中国土木工程学会编
中国建筑学会

*

建筑工程部图书编辑部编辑(北京西郊百万庄)
中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)
北京市书刊出版业营业许可证出字第110号
中国工业出版社第一印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $13^{1/2}$ ·字数294,000
1965年5月北京第一版·1965年5月北京第一次印刷
印数0001—2,380·定价(科六)1.70元

*

统一书号: 15165·3619(建工-427)

前 言

本选集共收集了有关结构物裂缝问题的学术论文和专题讨论综合发言三十九篇。这些论文是中国土木工程学会及中国建筑学会1963年6月22日至7月1日在上海召开的“结构物裂缝问题学术会议”上交流的资料，内容包括调查总结、裂缝原因分析和理论探讨等。专题综合发言则是这次会议对一些裂缝问题讨论意见的归纳。专题综合发言曾发表于土木工程学报等刊物上，为了便于参考，也收集在本选集内。

本选集的大部分论文，在会后曾经原作者或编写单位作了必要的补充和修改，这样，在论文的质量上比原来已有所提高，但是仍难免有不妥之处，希读者批评指正。

本选集分两册出版，第一册收集了有关钢筋混凝土结构方面的文章二十三篇，第二册收集了有关砖石结构方面的文章十六篇。

中国土木工程学会
中国建筑学会 结构物裂缝问题学术会议论文编辑委员会

1964年3月

目 录

一、混合結構組专题討論的綜合发言	(1)
二、鋼筋混凝土屋盖的混合結構砖墙溫度裂縫調查分析	北京市建筑設計院 (13)
三、混合結構民用建筑物上裂縫問題的調查研究	上海市规划建筑設計院 (33)
四、砖墙裂縫情况的調查	福建省建設厅設計院 (62)
五、砖砌体裂縫的原因与加固措施	甘肃省重工业厅設計院 李維駒 (70)
六、不均匀沉降的砖石房屋裂縫及其应力	河南省建工局設計院 罗义靈 (79)
七、砖墙裂縫分析及其加固設計	西安冶金建筑学院 姜維山 (91)
八、寒冷地区砖墙的几种裂縫原因初步探討	孟丰年 (108)
九、砖砌体斜裂縫的探討	上海化工医药設計院 陆貴琳 (115)
十、四川地区单层工业厂房溫度区間的調查研究	建筑工程部西南工业建筑設計院 (126)
十一、砖石結構几种溫縮—干縮裂縫的 探討	建筑工程部东北工业建筑設計院 徐炳华 錢义夏 张宗泰 (132)
十二、自然溫度变化导致建筑物产生裂縫的 探討	黑龙江省建設厅 王延艺 郭西明 苏振松 (149)
十三、烏魯木齐地区温差对混合結構房屋开裂影响的調查 分析	中国人民解放军新疆建筑工程第一师設計院 裴云程 柯士銳 何 池 (157)
十四、軟土地基与建筑物共同作用的設計方法的初步探討	同济大学 张間清 (167)
十五、关于上层建筑与地基共同作用的探討	建筑工程部西南工业建筑設計院 张治国 (177)
十六、建筑結構的溫度—收縮应力与裂縫	冶金工业部冶金建筑研究院 王鉄菱 (193)

一、混合結構組專題討論的綜合發言

參加混合結構組的人數較多，問題也比較複雜，為了使討論的問題更加集中，並使各地的代表有充分發表意見的機會，經過一天討論後，分為三個小組進行討論，各小組討論的重點專題為：

第一小組：由於地基的不均勻變形引起的裂縫問題；

第二小組：混合結構頂層牆身的水平縫和“八”字縫問題；

第三小組：有關混合結構的溫度應力、地基與上層結構共同作用的計算方法和圈梁計算方法等理論分析問題。

通過討論，對大部分問題基本上取得了比較一致的意見。有些問題，如計算理論問題，已有了初步看法。有些問題，如混合結構頂層牆身的水平縫和八字縫問題，情況比較複雜，由於地區自然條件的不同，這種裂縫開展的情況也不一定相同，更由於目前所掌握的調查研究資料還不夠全面，因此到目前為止，對這種裂縫的成因，看法尚不能完全一致，還有待於今後進一步研究。

對於一些有地區性的裂縫問題，例如寒冷地區由於地基凍融所引起的裂縫，濕陷性黃土地區由於地下水位上升或地基局部浸水所引起的裂縫以及膨脹性土壤的不均勻變形所引起的裂縫問題等，由於地區性的限制，大多數代表對這些裂縫所了解的情況不多，因此沒有深入討論。

一、由於地基不均勻變形所引起的裂縫問題

(一)裂縫的類型和成因

由於地基不均勻變形引起的裂縫是比較普遍的。這種裂縫往往與地質條件、上層結構的剛度、材料和施工質量和建築物的體形等因素有關。因此裂縫的情況是比較複雜的。根據各地區所介紹的情況來看，一般有以下幾種類型：

1. 斜裂縫：它不論在窗間牆、窗台牆、內牆或外牆上都可能產生。大多數情況下，裂縫往往通過窗口的兩對角，在緊靠窗口處縫寬較大，向兩邊和上下逐漸縮小，裂縫的走向，往往是由沉降小的一邊，向沉降較大的一邊逐漸向上發展。在等高的長條形房屋中，裂縫一般在近兩端較多，中部逐漸減小。

這種裂縫主要是由於在地基不均勻變形的情况下，牆身受到較大的剪切應力，造成了砌體的主拉應力的破壞。

2. 窗間牆上的水平裂縫：這種裂縫一般是在每個窗間牆的上下兩對角處成對出現的。沉降大的一邊，裂縫在下；沉降小的一邊，裂縫在上。裂縫寬度都是靠窗口處較大，向窗

間牆的中部逐漸縮小。在地基不均勻變形，或沉降單元的上部受到水平推力頂住後，窗間牆上受到較大的水平剪力，引起了反彎曲破壞，是形成這種裂縫的主要原因。當窗間牆較大時，這種裂縫往往可以減小或避免。當沉降縫處理不妥，沉降單元的上部被頂住後，最容易產生這種裂縫。

3. 豎向裂縫：一般產生在縱牆的頂部或底層窗台牆上。牆頂的豎向裂縫一般是在反向撓曲，即牆的兩端沉降值較大，中間沉降值較小，使牆的上端形成受拉情況時產生的。縫寬往往上端較大，向下逐漸縮小。

如牆頂設有足夠的鋼筋混凝土圈梁時，則這種裂縫往往可以避免。

底層窗台的豎向裂縫，是由於窗口過大，窗台牆起了反梁作用而引起的。縫的寬度也是上面大，向下逐漸縮小。

4. 底層牆的水平裂縫：這種裂縫比較少見，一般在地基局部陷落時產生。地基局部陷落的原因很多，例如濕陷黃土的局部浸水，地基下有暗井、暗溝等特殊情況。在這種情況下，有時會在基礎與基礎上部的圈梁間形成局部的水平裂縫。

(二) 裂 縫 的 特 征

以上各種裂縫有下列幾點共同的特征：

1. 裂縫大部產生在縱牆上，很少產生在橫牆上。這主要是由於橫牆的剛度較好，一般不可能產生較大的相對撓曲。

2. 裂縫的位置與沉降情況有很密切的關係，裂縫一般分布在牆身相對撓曲較大的斷面附近。

3. 當建築物體形比較複雜時，裂縫往往產生在平面轉折處或高低層相接處的附近。

4. 在大多數情況下，裂縫往往在牆的下部較多，向上逐漸減少，裂縫的寬度也是下部較大上部較小。

5. 裂縫往往在建築物完成後不久就出現。裂縫的寬度、數量和嚴重程度，隨著時間逐步發展。

(三) 防止裂縫開展的幾點意見

防止裂縫的措施，應當從地基處理和上部結構處理兩方面著手。關於地基處理方面，涉及範圍較廣，小組沒有詳細討論。關於上部結構處理方面，在各單位所提出的論文中和小組討論中，大家提出了不少建議，大致上可歸納為以下幾點。

1. 合理地設置沉降縫是減少或防止裂縫的一項有效措施。從各地調查的結果來看，不少建築物的裂縫是由於沒有設置必要的沉降縫或沉降縫的處理不當而引起的。在軟土地基上，沉降縫的設置更為重要，一般可參考下列意見來考慮是否需要設沉降縫。

(1) 當建築物高低差別較大，或由於其他原因，地基所承受的荷載差別較大時，應設置沉降縫，將高差不同或地基荷載不同部分分開。建築物的高低或荷載差別多少，才需要設置沉降縫，應視各地區的地質條件和工程的具体情况而定，在同一地區內也不能規定得太死。有些代表認為除了考慮相鄰單元荷載差別的絕對數字外，更應考慮荷載差別的

比例。例如1层与2层之間或9层与10层之間，相差都是一层，但9层与10层之間荷載相差可能仅10%，而1层与2层之間荷載相差可能达一倍。

(2) 当建筑物长度过大时，应設沉降縫，将整个建筑分为若干不超过規定长度的沉降单元，每个沉降单元的最大长度，也应視各地区和各工程的具体情况而定。有些代表认为不应超过50米，可供大家参考。

(3) 当建筑物平面形状比較复杂时，不論有否高差，均应設沉降縫，将整个建筑物分为若干体形比較简单的沉降单元。

(4) 当地基不均匀时，应根据地基变化的具体情况来設沉降縫，使每个沉降单元不致因地基变化而产生过大的不均匀变形。

(5) 采用两种或多种结构形式的建筑（例如部分为砖墙承重，部分为框架结构），应設沉降縫将不同结构形式的各部分分开。

(6) 地基处理方法不同时（例如部分采用桩基，部分采用天然地基），应設沉降縫将地基处理方法不同的各部分分开。

(7) 建筑物有部分地下室时，应設沉降縫，将有地下室的部分分开。

(8) 分期建設的建筑物，应在分期施工的分界处設沉降縫。

总之，沉降縫的設置，是一个比較复杂的问题，很难作統一的規定。上述意見只适用于軟土地基，当地基条件較好时，可另作考虑。在軟土地基上，考虑沉降縫时，除了参考上述意見外，还应当研究上层结构和地基的具体条件。例如有些代表举例說明，在一个体形較大的高层建筑上，附有一个体形很小的单层单元（如門厅、外廊等）时，則也可能不設沉降縫反比設沉降縫好，这些意見都很值得引起我們重視。

2. 沉降縫的做法，很值得重視。一般在軟土地基上，不宜采用双墙的沉降縫。沉降縫必須有足够的寬度，使縫的上端不致因傾斜而相互頂住。如地基变形的影响范围較大时，应使两个沉降单元的基础拉开适当的距离，尽量减小相互之間的影响。

3. 在结构布置上应合理地調整各部分承重结构的受力情况，尽量防止某一部分受力过于集中，使荷載分布均匀。高差不同的单元，可以采用不同的结构形式，以減輕較高单元的重量，从而使地基荷載尽量接近。

4. 基础的設計应当按变形計算，并采取适当的措施来調整各部分的沉降值。有些地区，采用不同的地基計算强度可以达到調整地基变形的目的；但有些地区，特别是对条形基础來說，减小地基的計算强度，并不能减小沉降值。这样就必須采用其他办法，例如調整基础的埋置深度，采用不同的垫层厚度等方法，来調整地基的不均匀变形。

5. 合理地控制施工程序，先建較重单元，后建較輕单元，可以調整一部分的沉降差。其效果大小，与沉降速度有关。在軟粘土地基上由于沉降速度較慢，因此采用这个方法只能解决一部分问题。

6. 加强上层结构的刚度，可以調整地基的不均匀变形，并能减小裂縫开展的可能性。加强上层结构刚度的办法很多，諸如：

(1) 根据各地經驗，在砖墙中設鋼筋混凝土圈梁，是一項很有效的措施。但对于圈梁的計算方法，还有待于进一步研究和統一。

(2) 合理地布置承重墙，尽量把纵向承重墙拉通，避免在中間断开，并在一定距离內設一道横墙，横墙的間距，有些代表建議不超过房屋寬度的1.5倍。

(3) 大家认为，窗口过大，削弱了窗間墙的寬度，会使結構刚度受到很大影响。因此窗間墙必須保持一定的寬度。

7. 在軟土地基上，結構选形是一项很重要的工作。应当尽量采用刚度較大的結構形式。也可以采用柔性的結構形式，但柔性的結構，不能减少裂縫，而只能减小裂縫对結構安全的影响。在軟土地基上，不宜采用刚度不大的超靜定結構和对不均匀沉降敏感的結構，如双鉸拱等。

8. 坚持按規定的設計程序，根据可靠的勘察資料，进行設計，这一点是中央有关部門早經規定的。不按这项規定进行設計，常常会造成质量事故。从各地調查的資料来看，不少建筑物裂縫事故，是由于对地基情况了解得不够而引起的。为了使勘察工作能准确及时的完成，有些代表建議在进行勘察时，应深入群众进行一些場地的地质形成历史的調查，和附近建筑物的质量調查，这些建議都是很值得重視的。

二、关于頂层墙身的“八”字縫和水平縫問題

(一) 裂縫的形态和特征

1. **“八”字縫：**“八”字縫一般位于頂层墙身兩端的1~2个开間內，有时可能发展至房屋長度的1/3左右。內外纵墙都可能产生这种裂縫，有时横墙上也可能产生，裂縫一般由兩端向中間逐漸升高、呈对称形。靠近兩端有窗口时，則裂縫一般通过窗口的兩对角（图1-1a），縫寬一般为中間較大，兩端較細。有时，縫的上端与水平縫相連，在这种情况下，則縫口寬度一般为上大下小。縫的数量不一，有时每端仅一条，有时則数条成組出現，有时則仅一端有，有时則也有倒“八”字的裂縫。“八”字縫一般仅頂层有，严重时亦可能发展至以下几层。在外廊式建筑中，一般仅产生单面斜縫，在靠外廊的一端往往无裂縫（图1-1b）。

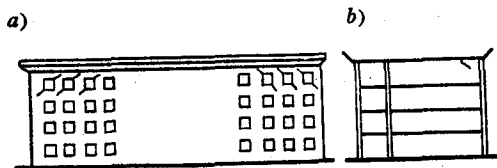


图 1-1

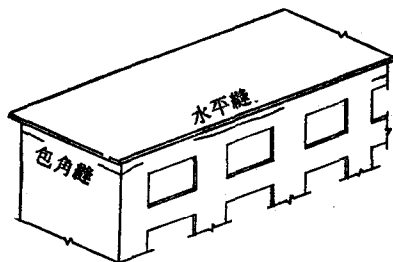


图 1-2

2. **水平縫：**水平縫一般位于平屋頂的檐口下或屋頂圈梁下2~3皮磚的灰縫中，裂縫一般沿外墙頂部分布，兩端較為严重，向墙中部逐漸减小，且漸成断續状态（图1-2）。一般在墙的外面較里面为显著，有向外張口的現象。有时縫的上部砌体有向外微凸現象。

3. **包角縫：**包角縫实际上是上述水平縫的一部分或一种类型，它一般位于房屋頂部的四角，由四角向墙中部发展，縫的寬度在靠四角处最大，向中部逐漸减小（图1-2），在

平面外凸部分的轉角也常发现。包角縫一般常与水平縫連接。在这种情况下，則其下牆身上往往不再有“八”字縫的出現。

上述水平縫和“八”字縫，随着地区的不同，还有以下一些相同的或不同的特点：

(1) 这类裂縫一般都发现于平屋頂的建筑上，坡屋頂建筑沒有这种裂縫。

(2) 在北方，平屋面下的水平縫和包角縫較少見，而“八”字則較多。“八”字縫一般仅在最頂层有，內牆似較外牆为严重。

(3) 在南方，各地情况也不同，南京、合肥、福州等地区，“八”字裂縫比較少見。上海、广东則較普遍。

(4) 根据上海地区資料，裂縫出現時間不一定在夏季，有时在施工完成后很早就出現，有时也有在冬季出現的。

(5) 在北方，裂縫的严重程度似与屋面保温层有很大关系，有保温层时則裂縫較輕，无保温层时，則裂縫較為严重。

(6) 根据东北和西北工业建筑设计院意見，认为这种裂縫产生后，一般不致繼續扩大，另外有些設計院的同志則认为这种裂縫产生后，还会随着溫度变化，不仅冬夏有所不同，昼夜也可能不同。实际上这种裂縫一般不致象由于地基变形引起的裂縫那样可能产生較大的发展，但会随着气温变化在一定范围内变化。

(二) 裂縫 的 成 因

形成这种裂縫的原因，第二、三小組进行了專門的討論，大家尚未完全取得一致意見，第三小組认为：

(1) 平屋頂頂层的“八”字縫是由于溫度变形使牆的端部产生主拉应力而形成的。屋頂檐口下面的水平縫和包角縫是由于横向或纵向溫度剪力引起的，裂縫的軌迹基本上与近似理論分析的结果符合。

(2) 仅出現于頂层的“八”字縫，不可能是由于地基的不均匀变形引起的，大多数代表认为由于地基不均匀变形引起的結構受力状态是：在盆形沉降的条件下，最大剪力及主拉应力出现在下部，裂縫应首先在下部出現。对某些建筑有可能扩展到上部。

第二小組有下列三种不同的看法：

1. 第一种看法：认为这种裂縫是由于在溫度变化时，钢筋混凝土屋面与砖牆的溫度伸縮相差很大而引起的，并认为地基的不均匀变形不可能导致这种裂縫，其理由是，

(1) 按弹性理論对牆內应力进行近似分析的结果表明：主拉应力在下部远較上部为大，如果由于地基变形产生裂縫，应首先在下部开裂，不可能首先在上部开裂。

(2) 根据不少地区調查的資料說明：当地基很好，不可能产生很大的变形时，牆頂也产生这种裂縫。

(3) 根据北方地区資料：一般屋面有保温层时，裂縫較輕，无保温层时裂縫較大。如将屋頂保温层拆除，則裂縫就有可能发展到下一层。

(4) 裂縫一般随气温而变化。

2. 第二种看法：认为溫度变化与地基的不均匀变形都可能引起这种裂縫，其理由

是：

(1) 当建筑物随着地基产生盆形变形时，由于屋面重量輕，容易引起屋面下的水平裂縫。

(2) 在地基盆形变形的情况下，由于混凝土的弹性模量大于砌体，豎向灰縫又往往不可能飽滿，混凝土与砖砌体的压缩变形不同，相当于平屋面給砌体一个水平推力，因此引起裂縫。

(3) 屋面与砌体之間的关系，可視為迭合式构件，由于沙浆的抗剪强度較低，可能引起水平裂縫。

(4) 认为不論用弹性、塑性或徐变理論的計算方法，由于目前这些計算方法的发展水平，都还不能符合砌体工作的实际情况，因此理論分析的结果，只能說明在某些部分可能开展裂縫，尙不能說明某些不可能开展裂縫。

3. 第三种看法：认为这种裂縫主要是由地基的不均匀变形引起的，并认为溫度变化不可能引起这种裂縫，其理由是：

(1) 有些情况难以用溫度变化来解释裂縫的成因，例如：同一地区，夏季施工的建筑物，在冬季开展了裂縫；有些地区，在四个季度都有开展裂縫的可能性；同一地区，不論屋面有无保温层，均有裂縫。

(2) 根据某些国外資料，砌体應該是膨胀的，因此由于温差致裂似不可能。

根据以上討論結果，造成頂层墙身“八字縫”和水平縫的原因，不外溫度变化或地基不均匀变形。究竟是否二者都有可能導致裂縫，由于目前所积累的資料尙不够全面，加以各地区的情况不同，一时很难得出結論，尙有待于进一步研究。有些代表认为除了溫度变化或地基变形外，尙可能有其他導致裂縫的原因，例如屋面板过大的結構变形，很可能是造成頂层水平縫或包角縫的原因之一，这一点也值得进一步进行探討。

(三) 防止裂縫的几点意見

頂层墙身的水平縫和“八”字縫，除了裂縫过大，有坍塌危險者外，一般來說对結構安全影响不大，但对建筑物美觀有較大影响，因此在可能条件下，应采取适当的防止措施。防止这种裂縫的措施，代表們提了不少建議，归納起来，有以下几点可供大家参考。

1. 在容易产生裂縫的部位，墙身內可配置适当水平鋼筋。

2. 提高砂浆的强度和塑性。

3. 提高施工质量，保証砌体砂浆飽滿。

4. 采用保温层，可以减小裂縫形成的可能性。

5. 合理地設置溫度縫。

6. 如果裂縫是由于地基不均匀变形引起时，則应按前节所提措施、尽量加强上层結構刚度和合理地处理地基基础問題，尽量减小不均匀沉降，或减少不均匀沉降对建筑物影响。

以上意見应根据各地区和各工程的具体技术經濟条件来考虑。

三、关于其他几类常见的裂缝

(一) 女儿墙的裂缝

主要有以下二种情况（如图1-3所示）即：

（1）墙角裂缝：一般从上而下约 45° 向外延伸，缝隙上口较大，向下逐渐缩小。

（2）水平裂缝：一般在沿女儿墙的墙脚与平顶交接处砌体有被向外推出现象，形成水平裂缝。

有些女儿墙还有外倾弯曲情况。在有刚性保温面层直接抵在女儿墙脚时，根据北京地区情况，以上两种裂缝都比较严重。造成裂缝的原因主要是由于屋盖平板与女儿墙受到温度变化而发生不同胀缩的结果。但是也有人认为女儿墙脚容易浸水，砌体受潮膨胀所致。

这种裂缝一般对结构安全危害性不大，只有在开裂严重，如角部竖向裂断或者沿水平方向有明显的外倾推出现象，可能造成倒塌时才须要进行翻修加固。防止裂缝的措施，主要应尽量减少屋面板与女儿墙的温度差。如果有刚性保温面层时，不得直接抵在女儿墙脚，可在墙脚四周布置排水天沟或者预留5~10厘米的空隙，利用环氧树脂等材料填补。另外在女儿墙上加做压顶，或在女儿墙顶砌体中适当配置一些钢筋，对于防止这类裂缝是有一定效果的。

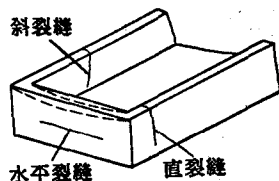


图 1-3

(二) 沿窗边(或楼梯间)贯穿整个房屋的豎直裂缝

这类裂缝常见于房屋长度较大（即伸缩缝间距较大者），或原来按照采暖设计而在施工或使用中因故越冬，未能采暖的房屋中，裂缝宽度较大，将整个房屋的墙身和楼盖屋盖切断，位置一般多在窗口边或楼梯间等薄弱部位。

引起这类裂缝的原因主要是房屋过长，钢筋混凝土收缩过大所致。东北地区的调查和分析结果，认为砌体的干缩和温度收缩是造成这种裂缝的主要原因。根据仪器测定的数据，质量较差的紅砖砌体，干缩可达0.1%，这个数值是很可观的。其他地区对这方面经验较少，尚有待于进一步研究。防止裂缝的措施是合理地设置伸缩缝，特别要注意使用和中途停建中的妥善维护工作。必要时可以设置临时施工缝。另外也应设法改善混凝土的收缩性能，如选用收缩性较小的水泥品种，降低水灰比，加强或延长养护期；必要时，在重要工程上或干缩严重地区根据具体条件也可适当增加一些温度筋等。

(三) 底层窗台墙的裂缝

这也是各处比较常见的一种裂缝，其主要特征是：

（1）多数发生在底层窗口下面如图1-4所示。二层以上就很少发现；

（2）缝宽上大下小；

（3）裂缝与窗口的宽度和高度有关，窗口宽的或窗台低的出现可能性要大一些；

- (4) 与建筑物的高度和长度关系不大;
- (5) 中途停建和不保温的建筑比起正常采暖的建筑更显著一些;
- (6) 裂缝一般产生在窗口中部 $\frac{1}{2}$ 窗宽度范围内。

开裂原因是有许多种可能。有的是地基不均匀变形,使窗台墙起反梁作用所引起的;

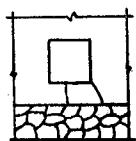


图 1-4

有的是窗间墙与窗台墙因荷载差异过大,灰缝压缩不一,在窗口边部产生了剪力,在中间产生拉力而造成了开裂。在东北等地区,温缩干缩影响较大,窗台墙受到三向较大的约束,可能因温缩和干缩作用而产生裂缝。这种裂缝一般宽度比较细,除缝隙过大者对房屋整体性有一定影响外,在一般情况下对结构安全影响不大,不一定要进行加固。

防止裂缝的措施方面,在讨论中大家提出了一些建议,例如:在窗口下砌体中配筋、调整基础宽度等。讨论结果认为,除了在比较重要工程中可以采用在窗口下砌体中适当配置钢筋外,其它办法,会给施工造成困难,也不一定能够取得预期效果。

(四)平拱砖过梁的裂缝

这种裂缝一般是沿竖向灰缝开裂,有时在拱上裂缝沿砖缝向上斜向发展,个别砖块也有断裂的。这种裂缝与洞口尺寸关系不大,有时,在跨度仅90厘米时也会出现裂缝。

产生裂缝的原因主要是施工质量不良,砂浆不饱满,或砂浆收缩,使砌体失去了拱的作用;特别在采用长向搁置的预制楼板时,与加荷过早也有一定关系。在东北严寒和干缩现象严重的地区,温缩和干缩也是致裂的主要原因之一。这种裂缝如轻微时,一般不致影响安全。如楼板采用长向搁置的预制板时,则对结构安全影响较大,情况严重者应予修补。防止裂缝的办法,主要是改进施工质量,个别在承重较大处换用钢筋砖过梁或钢筋混凝土过梁即可解决。采用长向搁置的预制板时,应注意计算上有否漏算荷载。

(五)钢筋混凝土过梁端部墙面的裂缝

钢筋混凝土过梁的两端附近的墙面,一般都有可能发生这种裂缝。裂缝一般由梁端底部呈弧形向洞口发展直到洞口边缘,缝口往往上大下小(图1-5a)。另外一种沿梁端附近墙面上下竖向发展,缝隙中间大,上下小(图1-5b),有的还通到上层窗口下角附近。过梁不露明者,外面缝隙细微,有时不易发现,但室内墙面比较显著;过梁外露者。内外裂缝都较大,裂缝大小与过梁断面有关,采用5~6厘米厚的预制过梁板者很少发现。

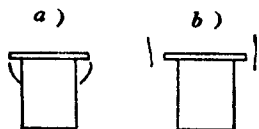


图 1-5

对于这类裂缝产生的原因主要有两种可能性:一种是由于混凝土过梁收缩引起的,另一种是由于过梁搁置长度不足,砌体局部压力过大而引起的。尤其在寒冷地区采用冬季施工时,在砂浆融解阶段最易出现。这种裂缝如果是由于混凝土收缩引起的,而且裂缝宽度不大时,一般危害性不大。如果是由于砌体受压强度

不够引起的,则必须予以加固,防止裂缝的措施是尽量采用令期较长、基本完成收缩的预制过梁,或者在重要部位的过梁底部配置一些钢筋网。另外在冬季施工时,门窗口的过梁下面加以支撑,等到砌体具有相当强度后再进行拆除。

(六) 牆面局部的豎直裂縫

这类裂縫常見的有下列四种：

1. 一幢房屋內有着两种不同层数，楼板标高互相錯开时，在錯层处的牆面上常常发现如图 1-6 所示之裂縫；

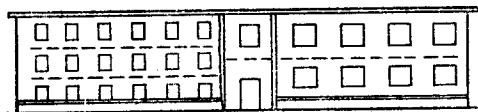


图 1-6 层数不同交接处的牆身裂縫

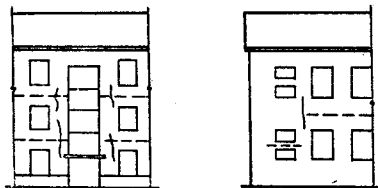


图 1-7 两种情况的楼梯間处磚牆裂縫

2. 在較长的多层房屋楼梯間处，介于休息板与楼板之間的牆面上常常产生如图 1-7 所示之两种裂縫；

3. 在一幢房屋中楼板留了伸縮縫而牆身未留时，一般在楼板标高附近的板縫处往往引起牆面的开裂如图 1-8 所示。

4. 大梁底部牆面或窗間牆上的豎直裂縫如图 1-9 所示。

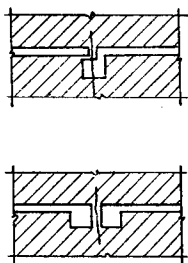


图 1-8 板留伸縮縫而牆未留时的裂縫

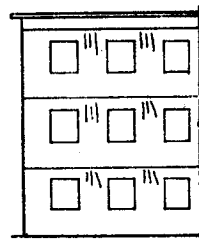
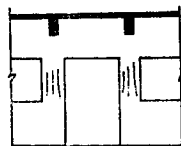


图 1-9 窗間牆处大梁下的裂縫

以上各种裂縫的共同特征一般只在局部发生。靠楼盖处縫隙較寬上下逐漸变小，底层比上层严重。导致裂縫的原因一致认为这是由于磚牆和楼板两种材料不同的溫度影响与收縮变形所致。当然与設計中的不合理也有关系。

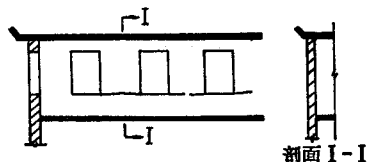
防止裂縫的办法是在錯层或預留伸縮縫的地方，将楼板与磚牆彻底断开。楼梯間腰箍和楼板不能貫通，必須断开时，应在其附近作加强措施，或者縮短一些伸縮縫的距离。

第四种裂縫的致裂原因一般也易于了解，主要都是由于砌体抗压强度不足的緣故。大梁下的裂縫可能是由于梁下漏設梁垫或者梁垫面积不足引起的。窗間牆的裂縫主要是計算錯誤，断面不足而引起的。施工质量不好和材料标号不足也与裂縫的形成有密切关系。特別应当指出的是，在設計和施工中各个专业之間联系不够，往往随意留洞口、脚手眼或者削凿设备管槽过多、磚垛断面受到不应有的过大削弱所致，这种裂縫一般均直接影响結構安全，必須予以加固。如果注意改进設計和施工的质量，这类裂縫是完全可以避免的。

(七) 外纵牆的水平裂縫

这类裂縫常見的有以下几种情况：

1. 在比較空敞高大的房間中,如学校的教室、辦公樓的會議室和輕工業厂房等,特別是中間用柱子承重的半框架房屋中,不論多層或單層,在窗口上下水平處時常發現水平裂縫,



有壁柱者常常連同壁柱也裂斷。裂縫寬度在窗上口較輕或者沒有;在窗下口水平處比較顯著,裂縫是由牆身里边逐漸向外擴展,一般多半達到外牆面便消失,如图1-10。

造成這種裂縫的原因主要有下列幾種可能性:

图 1-10 窗間牆的水平裂縫 (1) 屋面受到升溫作用, 產生較大的伸長變形, 在牆柱的頂端形成一個水平推力, 使砌體產生受撓時的拉應力破壞;

(2) 由於屋架構件的結構變形, 例如, 非預應力屋架的下弦伸張等, 也可能使牆柱受到較大的水平推力。

防止這種裂縫的措施, 主要在設計時應考慮到可能產生的溫度變形的影響; 在屋面承重構件的設計中, 應盡量防止產生過大的結構變形。

2. 在工業厂房中, 當生活間與車間連接處處理不當, 沒有設必要的伸縮縫, 常常可能引起如图1-11所示的水平裂縫。在民用建築中, 如遇類似的構造情況時也可能產生這種裂縫。

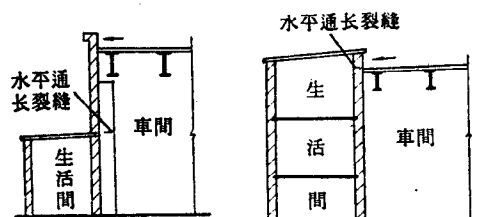


图 1-11 工業厂房与生活間联接处牆身水平裂縫的位置示意图

產生這種裂縫的原因有: (1) 與上述裂縫一樣, 由於屋面板受到升溫產生較大的伸長變形, 使相鄰的牆身受到了較大的水平推力。

(2) 由地基不均勻變形, 使屋面板直接推在相鄰牆身上, 也同樣會使牆身受到較大的水平推力而形成裂縫。

防止這種裂縫的主要措施是應當在生活間與車間相接處設伸縮縫或沉降縫。

四、有關混合結構裂縫問題中的一些理論問題

這次會議不僅對混合結構中裂縫的形成原因, 裂縫的形態、部位和特征; 裂縫的危險性, 以及防止裂縫的措施等問題, 進行了廣泛熱烈的討論, 而且對混合結構裂縫問題的有關理論分析方面也進行了探討, 各地區提交的論文中, 對裂縫形成的理論研究, 對溫度應力的計算方法, 對地基與上層結構共同作用的計算方法, 以及對鋼筋混凝土圈梁的理論分析方法等問題, 進行了不少研究, 提出了不少建議, 內容是非常豐富的。由於會議時間的限制, 對這些問題不及一一詳細研究。這裡將小組討論中涉及的几个問題, 簡述如下:

1. 關於混合結構的溫度伸縮縫間距問題: 關於溫度伸縮縫的間距問題, 第三小組進行了比較熱烈的討論, 認為目前規範中關於溫度伸縮縫間距的規定存在問題, 一般來說, 溫度伸縮縫的間距還可以適當放大。同時, 大家認為溫度伸縮縫是削減溫度應力的措施之一, 但其作用大小, 意見尚很難一致。在一般混合結構中, 以鋼筋混凝土樓板的溫度伸縮縫間距來控制對牆中的溫度伸縮縫是適宜的。對某些工程也可以根據計算來設置溫度伸縮縫。東北工業建築設計院的意見, 認為目前規範中規定的溫度縫間距, 基本上尚符合實際情況, 因此, 可按規範執行, 總之, 由於目前對這個問題的研究還不夠成熟, 建議有關單位

对这个問題进行更深入的調查研究和理論分析。

根据溫度应力理論分析的結果，有些代表建議在多层混合結構中可以試驗性的采用局部伸縮縫，即在三层以上的多层建筑中仅在最上一层設伸縮縫，以下各层均不必設伸縮縫。这个建議在理論上是可行的，有的单位也曾采用了这种方法，其实际效果如何，尚有待于进一步总结。

2. 关于溫度应力計算方法問題，小組討論了下列几种有关溫度应力的計算方法：

- (1) 将墙壁折成多跨框架的分析方法。
- (2) 按彈性理論考虑收縮徐变的几种不同解法。
- (3) 假定剪力集中端部的近似計算法。
- (4) 按材料力学的近似計算法。

小組对上述几种方法提出如下两点参考意見：

(1) 这些方法是分析混合結構墙板溫度收縮应力的近似計算法，对于分析裂縫形成原因有一定的参考价值，但是这些分析都假定砖砌体为完全彈性体，这与实际情况有一定的誤差。誤差程度有待进一步研究。

(2) 建議在近似方法基础上进一步深入的研究能較正确反映材料基本物理力学性能的計算方法，例如：考虑了材料的非均质性（各向異性）、收縮、徐变、塑性、应力集中，以及結構的空間工作等因素的計算方法。

五、关于其他問題的綜合意見及建議

(一) 关于施工质量和材料质量問題，不少代表认为施工质量和材料质量不好是造成砖墙裂縫的一个很重要的因素。裂縫的产生，一般是由于砌体抗拉强度不够造成的。不少代表列举了一些事实，說明由于施工质量不高和材料质量不符要求，造成了砌体的抗拉或抗压强度达不到要求的情况。

除了砌体质量外，由于施工时对基槽处理、排水措施等問題沒有及时注意，而引起墙基局部下沉的情况，也常有发现，代表們一致希望施工部門和材料生产部門加强注意，以提高工程质量。

(二) 对今后开展混合結構裂縫問題研究工作的几点建議：

1. 建議今后各有关单位，在进一步开展混合結構裂縫問題的科学研究中，注意更全面地积累資料，加强資料的系統性和科学性。例如：必須加强建筑物的沉降观察工作，以便查考建筑物由于地基不均匀沉降所引起的变形情况，注意裂縫开始出現的时间；注意裂縫出現后的发展情况；注意施工时的气温和裂縫开展时的气温……等。这样，可以使今后对裂縫成因的分析更有依据，便于研究合理的防止裂縫的措施。

2. 建議今后加强对鋼筋混凝土現浇及預制构件的裂縫問題的研究。这次會議对这个方面所提供的資料不多，討論得也較少。实际上这方面的裂縫問題，其普遍性、复杂性和严重性都并不低于砖墙的裂縫問題。

3. 这次會議中，有不少問題目前还不能完善地解决，建議学会組織各有关单位和专家繼續进行研究。这些問題中，主要有：

- (1) 关于顶层墙身的“八字”縫及水平縫的成因問題。
- (2) 关于溫度縫的間距問題。
- (3) 关于砌体在干燥及硬化过程中的收縮或膨胀問題，以及其相应的系数。
- (4) 关于地基与上层結構共同作用的計算方法問題。
- (5) 关于在砖墙中設置鋼筋混凝土腰箍的計算方法問題。
- (6) 关于沉降縫的做法及沉降計算方法問題。

4. 軟粘土地基上建筑物的不均匀沉降是造成砖墙裂縫的主要因素。根据各地調查結果，由于这方面引起的裂縫所占比重很大。因此希望召开有关軟土地基的加固处理方法方面的学术性會議，以便交流經驗，并希望中央有关部門及时制訂出有关高压縮地基上的建筑設計規程。

发言人 史玉崑

二、钢筋混凝土屋盖的混合结构砖墙温度裂缝调查分析

北京市建筑设计院 謝兴洲、馬增薪执笔

引起建筑物产生裂缝的原因很多，例如：地基不均匀下沉、构件承载能力的不足、材料的物理性能的变化，以及温度作用的变形等等。建筑物出现裂缝后，首先影响建筑的美观和耐久性，严重者可能影响结构的安全。

从北京地区比较大量的调查资料中发现：在钢筋混凝土屋盖的混合结构中，常有以下三种裂缝：即女儿墙的裂缝、平屋顶顶层墙的裂缝，以及住宅建筑中钢筋混凝土过梁端部墙面的裂缝（还有其它部位的裂缝本文不拟讨论）。这些裂缝主要是由于温度作用所引起的。本文兹就这三种裂缝问题进行粗浅的分析，并提出了初步的防止措施，借此提供讨论。参加本项工作的还有張浩、沈兆鹏、葛维勤、苏立仁、王紹豪等同志，在工作过程中得到冶金建筑研究院王鉄梦同志及我院朱兆雪总工程师的热心帮助指导，借此致以感谢。限于工作人员的水平和时间，文中不当之处在所难免，敬希不吝给予指正。

一、屋顶女儿墙的裂缝

(一)概 况

平屋顶的建筑中，常常用女儿墙作为屋顶平台的围栏，起安全围护作用，但在实际工程中，发现一些砖砌女儿墙有着各种形式的裂缝——斜向、竖向、水平向裂缝，同时还伴随着女儿墙的外倾、外移、侧向弯曲等现象，如图 2-1 所示。从典型调查中看出，这些开裂现象是有规律的，而且和不同的构造做法、不同的施工季节（温度差）有着密切关系。

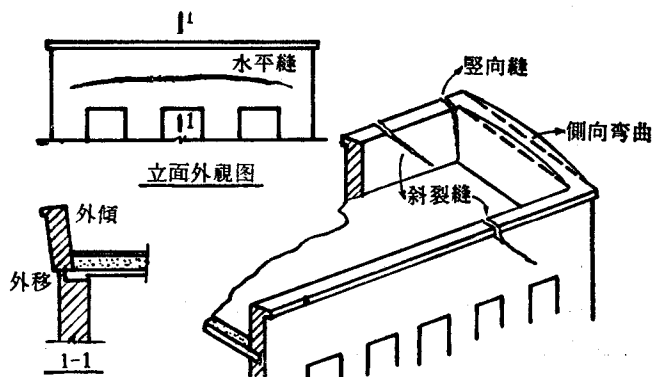


图 2-1

(二)裂缝的特征

综合调查的实例，女儿墙开裂的特征可归纳如下。