



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117513625 A

(43) 申请公布日 2024. 02. 06

(21) 申请号 202311747520.4

(22) 申请日 2023.12.19

(71) 申请人 上海佳构软件科技有限公司

地址 200092 上海市杨浦区赤峰路65号(同济科技园614R室)

(72) 发明人 谢靖中 谢牧廷 朱贤

(74) 专利代理机构 北京首捷专利代理有限公司
11873

专利代理师 李学磊

(51) Int. Cl.

E04B 5/02 (2006.01)

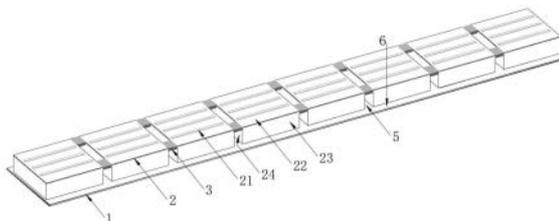
权利要求书1页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

一种组合空心楼承板

(57) 摘要

本发明公开了一种组合空心楼承板,包括底板、箱体及连接件;底板长度为楼盖跨度、宽度为数个箱体的倍数;多个箱体在底板之上纵向间隔排列固定;箱体之间沿纵向设连接件连接;三者组成楼盖施工期间承重的预制组合空心楼承板,并兼做后浇混凝土的模板、后浇混凝土底面保护层。多个预制空心楼承板横向密拼,铺满楼盖板跨,箱体间空隙铺设钢筋并后浇混凝土形成双向楼盖肋梁,箱体顶面后浇混凝土形成肋间面板,组成满足使用功能承载的建筑楼盖。本发明适用于中大跨度楼盖,具有制作简单、成本低廉、免支模免支撑、施工快速方便、楼盖自重轻、完全双向受力、力学性能优越等优点,满足比传统现浇梁板楼盖钢筋用量、混凝土用量“双节省”的关键指标。



1. 一种组合空心楼承板,其特征在于,包括:

底板(1);

箱体(2),所述箱体(2)的数量为多个,多个所述箱体(2)沿所述底板(1)长度方向间隔排列并与所述底板(1)的顶面固定;所述箱体(2)的间隔空隙为楼盖后浇横向肋梁(5)的预留空间;所述箱体(2)的宽度小于所述底板(1)的宽度,两列所述箱体(2)之间的间隔空隙为楼盖后浇纵向肋梁(6)的预留空间;

连接件(3),多个所述连接件(3)固定在所述底板(1)之上排列的所述箱体(2)之间的间隔空隙中以连接所述箱体(2);所述连接件(3)宽度小于所述箱体(2)宽度以预留所述后浇横向肋梁(5)的工作面。

2. 根据权利要求1所述的一种组合空心楼承板,其特征在于,所述底板(1)为预制混凝土板或钢板。

3. 根据权利要求2所述的一种组合空心楼承板,其特征在于,所述底板(1)为预制混凝土板时厚度为1cm~3cm。

4. 根据权利要求1所述的一种组合空心楼承板,其特征在于,所述箱体(2)包括顶板(22)、纵向侧板(23)和横向侧板(24);所述顶板(22)和纵向侧板(23)为钢板或混凝土板;所述横向侧板(24)为钢板或混凝土板、木板、塑料板;所述钢板厚度为0.5mm~2.0mm,所述混凝土板厚度为10mm~20mm。

5. 根据权利要求1所述的一种组合空心楼承板,其特征在于,所述连接件(3)为钢板或混凝土板;所述连接件(3)为钢板时其厚度不小于所述箱体(2)的钢板厚度,或为钢板多层叠合或U型弯折、L型弯折。

6. 根据权利要求4所述的一种组合空心楼承板,其特征在于,相邻两个所述箱体(2)之间的间隔距离为10cm~20cm;所述纵向侧板(23)与所述底板(1)的侧边预留距离为1cm~10cm。

7. 根据权利要求2所述的一种组合空心楼承板,其特征在于,所述箱体(1)的底缘分叉弯折,与混凝土材质的所述底板(1)整浇或焊接、铆接、栓接,或与钢板材质的所述底板(1)焊接、铆接或栓接。

一种组合空心楼承板

技术领域

[0001] 本发明涉及装配式建筑结构技术领域,更具体的说是涉及一种组合空心楼承板。

背景技术

[0002] 随着我国经济技术发展,以及人工费用上升,发展建筑工业化、装配化是国家既定产业政策。但普遍存在装配式建筑追求减少现场工作量(支模、钢筋绑扎、混凝土浇筑)的同时,伴随着吊装安装不便、钢筋接头困难且质量难保证、尤其会导致钢筋和混凝土用量增加而增加工程成本,降低了装配式建筑的总体优势,影响装配式建筑的普及应用。装配式目前更多是产业政策推动,仍缺乏速度快、造价低的内生优势,市场更加需求新型优势技术。

[0003] 在梁、柱、墙、板等4类构件中,楼板(或楼盖)由于现场支模、钢筋绑扎、混凝土浇筑工作量大,且不直接承担地震作用使得端部钢筋连接要求相对较低,是装配式发展的重点领域。

[0004] 如实用新型专利(授权公告号CN 205653944 U,授权公告日2016.10.19)中公开了一种预应力混凝土桁架叠合板,参照该专利对应的标准图集《预应力混凝土钢管桁架叠合板L22ZG401》技术参数可看出,该技术对小跨度板(如5m以下)有优势,但对于工程常见中大跨度板(如8m以上)缺乏优势。具体体现在:①厚度大自重大,其8.1m跨楼板厚度0.22m已大于现浇梁板式楼盖约0.2m厚度;②属于单向板降低楼盖经济性;③钢管桁架仅用于施工用途,增加造价,且大跨度板刚度不足仍需施工支撑;

[0005] 发明专利(授权公告号CN 113089920 B,授权公告日2022.02.18)中公开了一种钢管桁架预应力混凝土叠合板,为减轻自重,在后浇面层内放置空心板内模。但由于钢筋桁架的影响,空心率不高、自重减轻有限。也同样属于单向力,限制其经济性。

[0006] 实用新型专利(授权公告号CN 218562705 U,授权公告日2023.03.03)中公开了一种预制底板,为减轻大跨度板自重,采用预制底板预留空腔、后浇叠合层内加塑料模壳形成空心板。预制底板长宽一般2m~3m,8m以上跨度楼盖纵横双向拼接。由于多块板拼接,需要施工支撑。由于拼接处有现浇肋梁,仍需要支模。尤其受力筋贯穿预制底板,在拼接处均需连接,遍布底板的接头使现场工作量并未减少、也降低了楼盖的可靠性。

[0007] 发明专利申请(申请公布号CN 112144724 A,申请公布日2020.12.29)中公开了一种密拼空心叠合板,采用纵向整跨预制、横向密拼预制空心底板。其优点避免板底纵向受力筋的连接,减少现场工作量并增加可靠性。但横向底筋不贯通,仍是单向板受力状态。现浇叠合层形成空腔的轻质填充物,轻质的塑料模壳、泡沫不利于环保,其它材料会增加自重。该结构肋梁(除掉约5cm整浇面层厚)与底板整体预制,形成倒T形截面,其刚度会不满足施工阶段的受力要求(其他类型需要另设钢筋桁架增强刚度),仍不能做到免支撑。

[0008] 发明人于2005年提出板式楼盖、空心板楼盖的“受力岛”设计理论(谢靖中,空心板楼盖受力特性及受力岛设计理论,《首届全国现浇混凝土空心楼盖结构技术交流会》,上海,2005),以及更深入的理论研究(谢靖中,现浇空心板宏观基本本构关系,《土木工程学报》,2006Vol.39(7),P57-62),和国际期刊(Jing-Zhong Xie,Macroscopic Elastic

Constitutive Relationship of Cast-in-Place Hollow-Core Slabs, Journal of Structural Engineering, ASCE, 2009 Vol. 135 (9), P1040-1047)。在发明人作为创始人的大型工程软件(“佳构STRAT, 工程有限元和CAD软件”)中实现该理论和方法, 十多年来在大荷载(如车库顶板)、大跨度(如会议室、食堂、厂房)楼盖中广泛应用。发明人曾倡导在中等跨度、小荷载楼盖(如办公楼、酒店、学校)中采用窄肋梁的空心板或密肋板, 能达到钢筋和混凝土用料比传统梁板式楼盖更节省的效果。但作为现浇混凝土结构, 内模安装、定位、抗浮等都较为繁琐, 妨碍实际应用。

[0009] 建筑装配化提出新要求、也带来新契机。本发明提供了一种组合空心楼承板, 将装配式思路引入空心板楼盖, 不但成功克服混凝土现浇过程内模安装、定位、抗浮等问题, 而且利用装配式组件的优势使该结构可以更薄、更轻从而进一步提高其经济优势。另一方面, 将空心板楼盖的思路引入装配式, 克服装配式结构目前材料耗费高、自重大的问题, 使装配式有突破性进展。发明人曾在“第四届中国建筑工业化融合发展产业峰会”(2023.9, 济南)上介绍该技术, 引起业内人士的高度关注。

发明内容

[0010] 针对现有技术的不足, 本发明提供了一种针对中大跨楼盖的组合空心楼承板, 实现免支模免支撑(或少支撑), 自重轻吊装方便, 无钢筋接头, 施工过程简单、速度快, 尤其满足比传统现浇梁板楼盖双节省(钢筋节省、混凝土节省)的关键指标。

[0011] 为了实现上述目的, 本发明采用如下技术方案:

[0012] 一种组合空心楼承板, 包括:

[0013] 底板;

[0014] 盒体, 所述盒体的数量为多个, 多个所述盒体沿所述底板长度方向间隔排列并与所述底板(1)的顶面固定; 所述盒体的间隔空隙为楼盖后浇横向肋梁的预留空间; 所述盒体的宽度小于所述底板的宽度, 两列所述盒体之间的间隔空隙为楼盖后浇纵向肋梁的预留空间;

[0015] 连接件, 多个所述连接件固定在所述底板之上排列的所述盒体之间的间隔空隙中以连接所述盒体; 所述连接件宽度小于所述盒体宽度以预留所述后浇横向肋梁的工作面、并用于布置肋梁箍筋。

[0016] 经由上述技术方案可知, 底板、盒体和连接件组成预制空心楼承板, 承担楼盖施工荷载, 并兼做后浇混凝土的模板。多个预制空心楼承板横向密拼, 铺满一个楼盖板跨。纵向盒间空隙铺设钢筋后浇混凝土形成双向肋梁, 盒体顶面设分布筋后浇混凝土形成楼盖面板, 两者组成满足承载和使用功能的建筑楼盖。

[0017] 优选的, 所述底板为预制混凝土板或钢板。长度为楼盖跨度, 宽度1~2m为盒体尺寸的倍数且满足运输和吊装要求。当为混凝土板时, 板内设钢丝网片以提高强度和延性; 当为钢板时, 板面轧制加强肋以提高底板的刚度。

[0018] 优选的, 所述底板为预制混凝土板时厚度为1cm~3cm。所述预制底板的特征是非常薄。混凝土板厚1~3cm, 与混凝土保护层厚度相当, 兼做后浇肋梁的保护层。①非常薄的预制底板, 使肋梁钢筋的有效受力高度与现浇结构相同, 具有现浇结构相同的承载力。②非常薄的预制底板, 使纵、横两方向肋梁底部钢筋在同一高度, 使楼盖纵、横两方向承载力相

同,成为完全意义上的双向板。③底板虽然很薄,但由于底板与盒体组成刚度极大的箱形结构,盒体侧板对底板支承约束作用,使底板真正外伸长度不超过10cm,具有很大强度和韧性,满足运输、施工等环节可能存在的碰撞、冲击。

[0019] 优选的,所述盒体包括顶板、纵向侧板和横向侧板;所述顶板和纵向侧板为钢板或混凝土板,直接参与受力;所述横向侧板为钢板或混凝土板、木板、塑料板,不直接参与受力,仅做侧向加强和后浇混凝土模板;所述钢板厚度为0.5mm~2.0mm,表面起肋以增强面外刚度,所述混凝土板厚度为10mm~20mm。

[0020] 优选的,所述连接件为钢板或混凝土板;所述连接件为钢板时厚度不小于所述盒体的钢板厚度、或为钢板多层叠合或U型弯折、L型弯折。由于连接件只受压、不受拉,连接件与盒体之间连接要求较低,只需铆钉、螺栓固定即可。

[0021] 优选的,所述盒体与底板可靠连接形成整体受力结构。所述盒体的底缘分叉弯折。当所述底板为混凝土板时,所述盒体与底板整浇、铆接或栓接;当所述底板为钢板时,所述盒体与底板焊接、铆接或栓接。

[0022] 优选的,所述底板、盒体、连接件三者相结合,形成较大刚度的预制空心组件,即组合空心楼承板。其强度和刚度满足施工期间承重要求,并兼做后浇混凝土的模板。其特征是同时用于施工承重和后浇模板,不同于一般预制空心板施工承重和后浇模板采用不同的构件。

[0023] 优选的,所述组合空心楼承板,其显著特征是所述盒体参与受力,承担施工荷载,替代一般楼承板中的钢筋桁架、钢管等,且比后者具有更大的刚度。由于盒体兼做空心板内模、约束增强预制底板,一体多用,具有很高性价比。

[0024] 优选的,相邻两个所述盒体之间的间隔距离为10cm~20cm,所述纵向侧板与所述底板的侧边预留距离为1cm~10cm,满足后浇肋梁宽度要求。盒体间隔空隙纵向、横向均对齐贯通,放入钢筋笼并后浇混凝土,形成楼盖最终承载的肋梁。其特征是完全等同现浇,没有预埋钢筋及钢筋接头,没有新旧混凝土的结合面(底板很薄仅作保护层),使最终楼盖结构更安全可靠。

[0025] 优选的,所述盒体的顶板之上后浇混凝土形成肋间面板,厚度3cm~15cm,具体由楼面荷载和建筑功能确定。后浇肋间面板作为肋梁的翼缘,参与楼盖最终承载。

[0026] 经由上述的技术方案可知,与现有技术相比,本发明公开提供了一种组合空心楼承板,具有以下有益效果:

[0027] (1) 实现“双节省”:结合发明人早年提出的设计理论方法,本发明在中大跨度楼盖中的钢筋用量、混凝土用量均低于目前仍是主流的现浇梁板式楼盖,实现“双节省”。这是突破性的技术指标,改变装配式用料多的现状、排除装配式造价偏高这一巨大障碍,使装配式具有内生优势、自发得到应用。同时,由于这一显著的经济优势,即便非装配式建筑中都可以采用。

[0028] (2) 高质量、等同现浇混凝土:本发明施工期间模板支撑与最终受力结构完全分开。组合空心楼承板仅用于施工期间的模板。作为最终受力结构的肋梁和肋间面板完全现浇,肋梁钢筋也完全同现浇一样绑扎,没有一般预制后浇结合面、预埋钢筋接头问题,受力特性完全等同现浇楼盖,确保最终结构的可靠性。

[0029] (3) 双向板受力:由于底板很薄,且仅相当于混凝土保护层厚度,使纵向、横向肋梁

底部纵筋均不受限制地放置在底板之上,受力高度相同,是完全意义上的双向板。因此,其经济性显著优于单向受力的叠合板、楼承板、钢筋桁架叠合板。

[0030] (4) 完全免支模:由于预制底板很薄,多个预制空心楼承板横向密拼不留缝隙,实现完全免支模,满足建筑工业化、装配化要求。

[0031] (5) 免支撑或少支撑:组合空心楼承板是箱型受力结构,其刚度和强度远大于钢筋桁架、钢管桁架,免支撑板跨大于后者。对于跨度大、施工载荷大的情况,可以增加钢板厚度实现免支撑,也可以设少量支撑而保持经济钢板厚度(经济性最优条件)。

[0032] (6) 自重轻:组合空心楼承板自重很轻,如8~9m板跨重量约 $60\text{kg}/\text{m}^2$,远轻于一般叠合板、楼承板,甚至轻于部分现浇空心板内模,自重轻巧,极便于吊装、安装。

[0033] (7) 价格便宜:首先预制楼承板自重轻自然用料少、成本低廉。其次预制空心组件仅短暂用于施工期间的模板,无耐久性要求,可以选择便宜材料。更重要的是,本发明所有用料都有实际用途,没有赘余,如箱体用于空心板内模,底板用于肋梁保护层、并替代一般梁板式楼盖的吊顶。没有一般楼承板中的钢管、钢筋桁架等仅有临时用途、不能用于最终结构受力的额外部件。

[0034] (8) 韧性好、质量可靠:组合空心楼承板是箱型受力结构,壁板相互支承、约束,减少板材的受力长度,如预制底板的外伸长度即小于10cm,使得虽然板材很薄,仍具有很大刚度和韧性,远比一般钢桁架叠合板具有更强的抗碰撞、冲击的能力,降低损耗间接降低成本。

[0035] (9) 制作简单:组合空心楼承板的制作,仅涉及薄铁皮的切割连接、底板浇筑两道工序,制作过程非常简单,且都可以工厂化批量加工,进一步降低工程造价。作为类比,预应力钢管桁架楼承板制作含钢筋弯折、钢筋焊接、预应力张拉、底板浇筑、钢管灌浆等多道工序。

[0036] (10) 便于施工:组合空心楼承板没有任何外伸钢筋,安装到位后将是一个干净整洁的工作界面,方便后续施工。一般叠合板、楼承板都有外伸钢筋,或者倒U形预留箍筋,后续钢筋绑扎困难会导致用工增加。

[0037] (11) 施工质量易于保证:本发明箱体固定在底板上,位置固定不会产生偏移,且完全排除内模抗浮的难题,从源头上确保施工质量。而现浇空心板内模现场定位、专门拉结抗浮,一旦措施不到位,混凝土振捣时内模偏移、上浮,导致肋梁和肋间面板尺寸改变、实际承载力不足的严重后果。

[0038] (12) 技术措施规避不利因素:本发明肋梁钢筋如果全部现场绑扎,现场工作量稍有增加。可以工厂或地面绑扎好一个方向肋梁钢筋笼,吊装就位,这样只需现场绑扎单向肋梁钢筋,现场工作量与一般叠合板、楼承板相当。因为后者也需要现场绑扎纵横向顶筋、和横向底筋。

附图说明

[0039] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

- [0040] 图1为本发明提供的组合空心楼承板单个预制组件结构示意图；
- [0041] 图2为本发明提供的组合空心楼承板多个横向密拼满铺一个楼盖结构示意图；
- [0042] 图3为本发明提供的单个箱体和相应连接件的详图；
- [0043] 图4为为图2中楼盖绑扎钢筋并后浇混凝土后结构横剖图；
- [0044] 图5为本发明提供的组合空心楼承板的整体式盒体的结构示意图；
- [0045] 图6为本发明提供的组合空心楼承板的混凝土盒体的结构示意图；
- [0046] 图7为实施例4中的方案1组合空心楼承板计算模型简图；
- [0047] 图8为实施例4中的方案2现浇梁板式楼盖计算模型简图；
- [0048] 图9为实施例4中的方案3预应力钢管桁架叠合板计算模型简图。
- [0049] 其中：
- [0050] 1-底板；2-箱体；21-加劲肋；22-顶板；23-纵向侧板；24-横向侧板；3-连接件；4-肋梁钢筋；5-横向肋梁；6-纵向肋梁；7-肋间面板；8-整块薄钢板；81-纵向侧板区域；82-连接件区域；83-端部横板区域；84-横向侧板连接区域。

具体实施方式

[0051] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0052] 实施例1:

[0053] 参见附图1~4,本发明实施例公开了一种组合空心楼承板,包括:

[0054] 底板1;

[0055] 箱体2,箱体2的数量为多个,多个箱体2沿底板1长度方向间隔排列并与底板1固定;箱体2间隔空隙为楼盖后浇横向肋梁5预留空间;箱体2的宽度小于底板1宽度,两列箱体2之间的间隔空隙为楼盖后浇纵向肋梁6的预留空间;

[0056] 连接件3,多个连接件3固定在箱体2之间的纵向间隔空隙中,与箱体2连接固定形成受力结构;连接件3宽度小于箱体2宽度以预留后浇横向肋梁5的工作面、并布置肋梁箍筋。

[0057] 在其他一些具体实施例中,底板1为预制混凝土板或钢板。底板采用预制混凝土板时,板内设钢丝网片以增强底板的强度和韧性;底板采用钢板时,钢板板面轧制加强肋,以提高钢底板的承载能力。

[0058] 在其他一些具体实施例中,底板1为预制混凝土板时厚度为1cm~3cm。由于底板与箱体、连接件组成箱型受力结构,箱体侧板对底板支承约束作用,使底板真正外伸长度很小,具有极高的强度和韧性,故底板可以很薄。薄板的厚度与混凝土保护层厚度相当,使得后浇横向、纵向肋梁的底筋均可以直接放置底板之上,纵横向钢筋的受力高度相同,成为完全意义上的双向受力板,克服了一般预制叠合板单向受力的不利因素,进一步提高本发明的经济优势。

[0059] 有利的是,箱体2的顶板22和纵向侧板23由钢板制作而成,钢板厚度为0.5mm~2.0mm,参与施工期间承载。箱体2的横向侧板23由于不参与施工期间承载,可以是更薄的钢

板,或混凝土板、木板、塑料板,以进一步降低工程造价。箱体2兼做后浇混凝土的模板,一体多用。由于箱体2仅施工期间发挥作用,无耐久性要求,可以选择价格更低的黑铁皮。

[0060] 为了进一步优化上述技术方案,多个箱体2的顶板和侧板设加劲肋21以增强刚度;加劲肋21的长度方向与底板1的长度方向平行。

[0061] 为了进一步优化上述技术方案,连接件3为钢板或混凝土板;连接件3为钢板时其厚度不小于箱体2的钢板厚度,或为钢板多层叠合或U型弯折、L型弯折。由于连接件施工期间只受压、不受拉,与盒体的连接要求很低,只需点焊或栓接、铆接固定位置即可,将简化预制件制作并降低成本。

[0062] 为了进一步优化上述技术方案,箱体2与底板1固结,成为可以施工期间承载的结构。当底板为混凝土板时,箱体2的底缘交错分叉弯折并与底板1整浇或铆接、栓接;当底板为钢板时,箱体2的底缘与底板1焊接、铆接或栓接。如此同时,被固结的箱体2作为后浇混凝土的模板,从根本上排除一般空心板楼盖内模混凝土振捣时偏移、上浮的难题,从源头上确保施工质量。

[0063] 为了进一步优化上述技术方案,相邻两个箱体2之间的纵向、横向间隔距离均为10cm~20cm,为后浇肋梁的预留空间。在间隔空间内绑扎钢筋并后浇混凝土形成肋梁,结合箱体表面的后浇肋间面板,形成最终楼盖承载结构。由于没有一般装配式楼盖中的预留钢筋、钢筋接头及后浇混凝土结合面,确保结构安全可靠。

[0064] 在其他一些具体实施例中,顶板7混凝土厚度为3cm~15cm。

[0065] 实施例2:

[0066] 参见附图5,本发明实施例公开提供了一种组合式空心楼承板的整体式箱体。

[0067] 本发明整体式箱体实施方案,涉及箱体和连接件的制作方式。由长度同楼盖跨度、宽度为箱体宽度加箱体高度2倍的整块薄钢板8,按箱体长宽、箱体间隔空隙和连接件平面宽度切割,然后直角90度弯折。纵向侧板区域81弯折成箱体纵向侧板,两个连接件区域82对向弯折成多层叠合的连接件,端部横板区域83弯折后用于增强端部横向刚度,横向侧板连接区域84弯折后用于箱体横向侧板的增强和连接点。箱体横向侧板由于不参与受力,采用单块钢板或混凝土板、木板、塑料板,与箱体顶板、纵向侧板焊接或栓接、铆接。

[0068] 本发明整体式箱体实施方案,具有实施例1中箱体和连接件分别制作实施方案的全部力学特征和功能特征。其优点是减少了箱体与连接件的连结,加工更为简单,更便于自动化制作;其缺点是缺乏灵活性,适合于箱体尺寸和排布相同的规则矩形楼盖。两者互为补充,满足不同形状楼盖的要求。

[0069] 实施例3:

[0070] 参见附图6,本发明实施例公开提供了一种组合空心楼承板的混凝土箱体方案。

[0071] 本发明混凝土箱体实施方案,箱体2的顶板22、纵向侧板23、横向侧板24均为混凝土薄板。板厚10mm~20mm,内嵌钢丝网以提高强度和抗裂能力。箱体纵向侧板23、横向侧板24与混凝土底板1整浇,然后与预制箱体顶板22铆接或栓接;也可以箱体2各部分整浇或者分片预制后连接,再与底板1铆接或栓接。

[0072] 本发明混凝土箱体实施方案,连接3也为混凝土板,内嵌钢网以增强韧性。其厚度不小于箱体顶板厚度,其宽度小于箱体宽度之半使两个连接体之间预留横向肋梁的工作空间、并用于穿肋梁箍筋。混凝土连接体一般单独预制,与混凝土箱体铆接或栓接。

[0073] 本方案混凝土底板的拉应力,一般仍小于、或接近混凝土的抗拉强度,只需配置钢丝网以增强韧性和抗裂能力。混凝土箱体顶板和连接体均受压,压应力远小于混凝土抗压强度。

[0074] 混凝土箱体优点很明显:①造价低,约为钢盒体的1/3;②刚度大,约为钢盒体的2.5倍,可以有更大的免支撑长度。混凝土箱体缺点也很突出:①自重大;②预制组件制作难度大且易破损。

[0075] 混凝土箱体可以作为钢板箱体方案的有益补充。

[0076] 实施例4:

[0077] 通过工程应用体现本发明的经济技术优势。取工程中常见的一个框架结构,柱纵横向均9m,设计恒载 1.0kN/m^2 、活载 5.0kN/m^2 。柱之间主梁(框架梁)截面 $0.3\text{m}\times 0.9\text{m}$ 。对主梁之间9m长宽的楼盖,分别采用本发明组合空心楼承板、传统现浇梁板式楼盖、预应力混凝土桁架叠合板三种方案,统计钢筋、混凝土用量并估算造价。

[0078] 方案1:

[0079] 参见附图7,采用本发明的组合空心楼承板,楼板总厚 0.4m ,不设次梁。箱体长宽 1.0m 左右(实际间距微调),高 0.33m ,箱体间隔空隙 0.13m 。相应后浇肋梁截面 $0.13\text{m}\times 0.4\text{m}$,肋梁间距 1.13m ,后浇肋间面板厚 0.05m 。根据施工荷载,箱体顶板铁皮厚 0.7mm 、箱体纵向侧板厚 0.5mm ,箱体横向侧板为 10mm 厚木板,连接件钢板宽度 300mm 、厚 2.0mm ,底板为 20mm 厚预制混凝土板。经验算,在混凝土浇筑重量并叠加 70kg/m^2 施工活载的情况下,该预制组件满足运输、安装及后浇混凝土等承载要求。其中底板拉应力小于混凝土抗拉强度,只需配置钢丝网以增强韧性和抗裂能力;上面箱体和连接件除局部应力集中外,均小于钢材强度。并且施工期间挠度小于 $1/310$,完全免支撑。

[0080] 方案2:

[0081] 参见附图8,采用传统现浇梁板式楼盖。一个柱跨内纵横向各设2道 $0.25\text{m}\times 0.65\text{m}$ 截面次梁,现浇楼板厚 0.12m 。

[0082] 方案3:

[0083] 参见附图9,采用预应力钢管桁架叠合板(参照实用新型专利CN 205653944U),根据板跨和设计荷载,选择该专利技术对应的标准图集《预应力混凝土钢管桁架叠合板L22ZG401》中GDB9010-9型,其中预制底板厚 40mm ,后浇面层厚 210mm ,楼板总厚 250mm 。按单向板设计,后浇面层顶面配置与底部预应力平行的单向支座负筋,具体值由计算确定。计算模型中大板在边梁、中间部位设纵向缝断开,以正确体现单向板的受力特点。

[0084] 采用JG-STRAT软件计算、设计并绘制施工图。

[0085] 三种方案经过计算:

[0086] 1) 钢筋、混凝土量比较

[0087] 统计各楼盖的实际混凝土用量(等效厚度),并统计板、梁、柱施工图的实际钢筋用量(需包含柱、主梁钢筋量,因为不同楼盖会产生显著影响,是必须考虑的因素),列于表1。

[0088] 对于方案3,用钢量采用标准图集《预应力混凝土钢管桁架叠合板L22ZG401》中GDB9010-9型的预应力钢丝、横向分布筋、钢管(1m宽度内2根),忽略支撑钢管的桁架钢筋。包含后浇面层内单向支座负筋,而忽略横向分布筋及其他构造钢筋。具体详见表1附注[2]。

[0089] 从表中可看出,本发明技术已经实现钢筋、混凝土用料双节省。(如钢筋量包含盒

体钢板,仍能节省)。

[0090] 2) 造价比较

[0091] 按当前一般市场价格,即钢筋4000元/吨、混凝土500元/m³,估算这两类主材用量的直接造价,列于表1。

[0092] 除钢筋、混凝土两类主材之外,还需计入其他影响造价的主要因素。

[0093] 方案1采用的组合空心楼承板,盒体和连接件钢板7.2911kg/m²,底板混凝土0.02m³/m²,计材料费39.1647元/m²。制作费按50%计为19.5824元/m²,则预制组件价格58.7471元/m²。

[0094] 方案2需现场支撑支模,按当前市场均价取65元/m²。此处忽略现浇人工多、工期长所导致间接费。

[0095] 方案3按钢筋、混凝土等基本材料的用量客观估算价格,而不采用叠合板作为商品的市场价格。偏低估计30元/m²的预制组件制作费,且忽略钢筋桁架及非受力分布筋。

[0096] 综合以上影响造价的主要因素,可看出,本发明组合空心板楼承板楼盖,分别比现浇主次梁楼盖、预应力桁架叠合板节省83.82元/m²,比预应力桁架叠合板节省86.61元/m²,节省幅度达到30%,历史性地实现预制装配式楼盖造价节省。

[0097] 3) 分析

[0098] ①如将组合空心楼承板的钢板计入钢筋,即 $19.327+7.291=26.618\text{kg}/\text{m}^2$,仍低于方案2钢筋量 $28.995\text{kg}/\text{m}^2$ 。同时混凝土量 $0.1305+0.020=0.1505$ 也小于方案2的0.2083。本发明用料“双节省”是全面的。

[0099] ②上述造价比较对于组合空心楼承板是非常保守统计。如前所述,忽略了方案1的人工费和工期延长、方案2预制件的构造细节。也没有计入一个更重要的因素,即方案2、3的楼盖自重增加,所导致的柱墙竖向承重构件截面增大以及基础增大,以及对于抗震结构的抗侧力构件截面和含钢量的增大(地震力近似与自重成比例)。

[0100] ③对于更大跨度、或更大荷载,本发明组合空心楼承板的优势会更大。因为大跨度、大荷载增加楼盖厚度时,增加的只是肋梁高度,肋梁宽度、面板厚度不需增加或稍微增大,这样会有更高的空心率,经济效能会进一步提高。

[0101] 表1、各楼盖方案工程量和造价

	方案 1 组合空心楼承板	方案 2 现浇主次梁楼盖	方案 3 预应力桁架叠合板
楼盖等效厚度(不含主梁) 等效厚度增加 混凝土造价	0.1305 m 0 65.25 元/m ²	0.2083 m +0.0778 m 104.15 元/m ²	0.2500 m +0.1195 m 125.00 元/m ²
[0102] 钢筋量(柱梁板全部) 钢筋量增加 钢筋造价	[注 1] 19.327 kg/m ² 0 77.31 元/m ²	28.995 kg/m ² +7.783 kg/m ² 115.98 元/m ²	[注 2] 31.567 kg/m ² +10.355 kg/m ² 132.92 元/m ²
支模支撑费用	0	65.00 元/m ²	忽略(仍需支撑)
预制件造价	58.75 元/m ²	0	30.00 元/m ²
造价总计 (造价增加)	201.31 元/m ²	285.13 元/m ² (+83.82)	287.92 元/m ² (+86.61)

[0103] [注1]方案1如钢筋量包含箱体钢板,其值为 $19.327+7.291=26.618\text{kg/m}^2$ 。

[0104] [注2]方案3预应力桁架叠合板工程量统计。根据标准图集《预应力混凝土钢管桁架叠合板

[0105] L22ZG401》中GDB9010-9型,按1m宽度板统计。

[0106] 1) 预制钢丝22根 $\phi^H 7.0$, $A_p = 38.48451 \times 22 = 846.65922\text{mm}^2$, 计 6.64627kg/m^2 。

[0107] 2) 预制钢筋27根 $\phi 5.0$, $A_s = 19.63495 \times 27/9 = 58.90485\text{mm}^2$, 计 0.4624kg/m^2 。

[0108] 3) 预制钢管2根 $\phi 28$, $A_e = 87.96459 \times 2 = 175.92919\text{mm}^2$, 计 1.38104kg/m^2 。

[0109] 4) 后浇支座顶筋 $\phi 16@100$ 长4.7m, $A_s = 201.0619 \times 10 = 2010.619\text{mm}^2$, 计 8.24234kg/m^2 。

[0110] 5) 现浇柱和主梁配筋,计 14.83539kg/m^2 。

[0111] 钢丝/钢筋/钢管用量总计: 31.56744kg/m^2 。

[0112] 钢丝/钢筋/钢管价格总计: 132.9160元/m^2 。(钢筋/钢管4000元/吨,预应力钢丝5000元/吨)。

[0113] 实施例5:

[0114] 本发明实施例在实施例4的基础上,将方案3由实心叠合板改为预制空心叠合板,即密拼空心叠合板(发明专利申请公布号CN 112144724 A)和钢管桁架预应力混凝土叠合板(授权公告号CN113089920B)的模式作为方案4:

[0115] 方案4楼板总厚0.4m,内置长宽各1m内模形成的空腔。肋梁宽度0.2m、间距1.2m。后浇面层形成肋间上面板厚0.05m,预制底板形成0.05m厚肋间下面板。肋梁与面板形成工字形受力截面。由于是长形预制底板且预应力筋单向布置,该方案大板是单向受力,计算模型中大板在边梁、中间部位设纵向缝断开(其计算简图与方案3相同,见附图9)。

[0116] 表2、预制空心楼盖方案比较

	方案 1 组合空心楼承板	方案 4 预制空心叠合板
[0117] 楼盖等效厚度	0.1305 m	0.1917 m
等效厚度增加	0	+0.0612 m
板底钢筋, 端跨	2.82 cm ² /m	6.30 cm ² /m
板底钢筋, 中跨	1.88 cm ² /m	3.02 cm ² /m
板顶支座钢筋	3.27 cm ² /m	8.96 cm ² /m

[0118] 结果:

[0119] 等效板厚及计算配筋值列于表2。可看出,方案4楼盖等效厚度大近50%,即混凝土用量是本发明方案1的1.5倍。同时由于单向受力,各部位配筋值均显著增大,是本发明方案1的1.6~2.7倍。可见方案1具有显著的经济优势。

[0120] 分析:

[0121] 本实施例虽然是理论分析,但提供了一个侧面例证,体现本发明技术的关键点:

[0122] ①方案4中,由于预制底板配有配筋且参与最终受力,不能太薄,从而形成最终楼盖的肋间下面板,即同时有肋间面板和肋间底板。多出的肋间底板,减小了空心率、增加混凝土用量、增加结构自重,降低了经济性。

[0123] ②方案4中,受力底筋在预制板内,只能是单向受力,大幅度降低了楼盖的经济性。虽然理论上可以在预制板顶面配横向钢筋,但仍是单向受力。而方案1底板很薄,双向受力筋均位于预制底板之上、受力高度相同,是完全意义上的双向受力。

[0124] ③方案4中,后浇肋梁内需容纳钢筋桁架不能太窄。采用肋梁预制部分(不含后浇面层)替代钢筋桁架时,由于施工承载或内模布置要求肋梁也不能太窄。较宽的肋梁导致空心率低、混凝土用量增加。而方案1没有类似限制,可以仅根据受力要求确定最优肋梁宽度,提高空心率、降低混凝土用量,使结构具有更高的效能。

[0125] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0126] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和和特点相一致的最宽的范围。

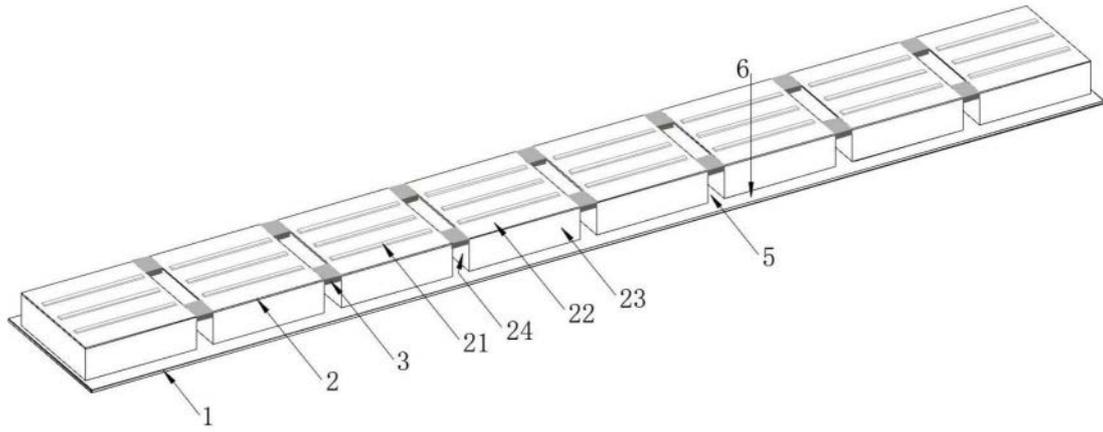


图1

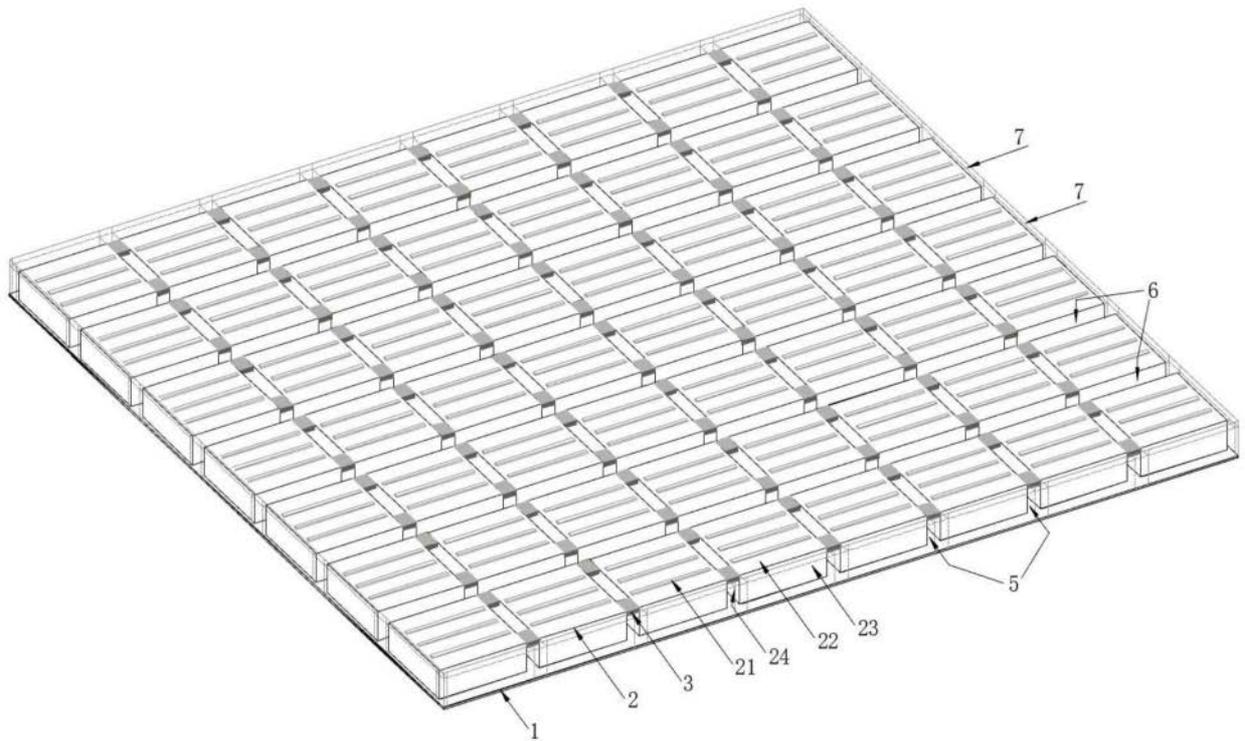


图2

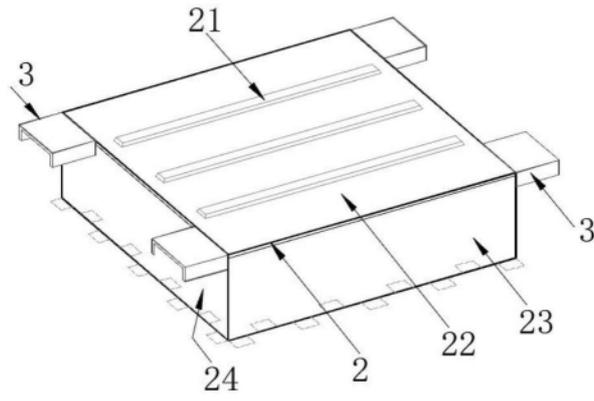


图3

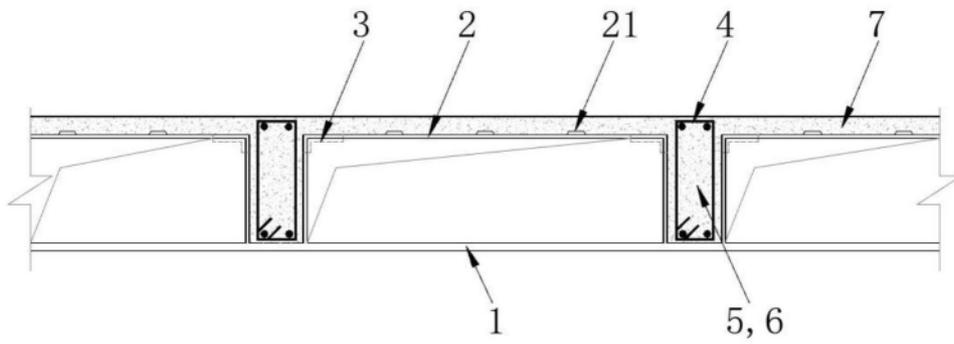


图4

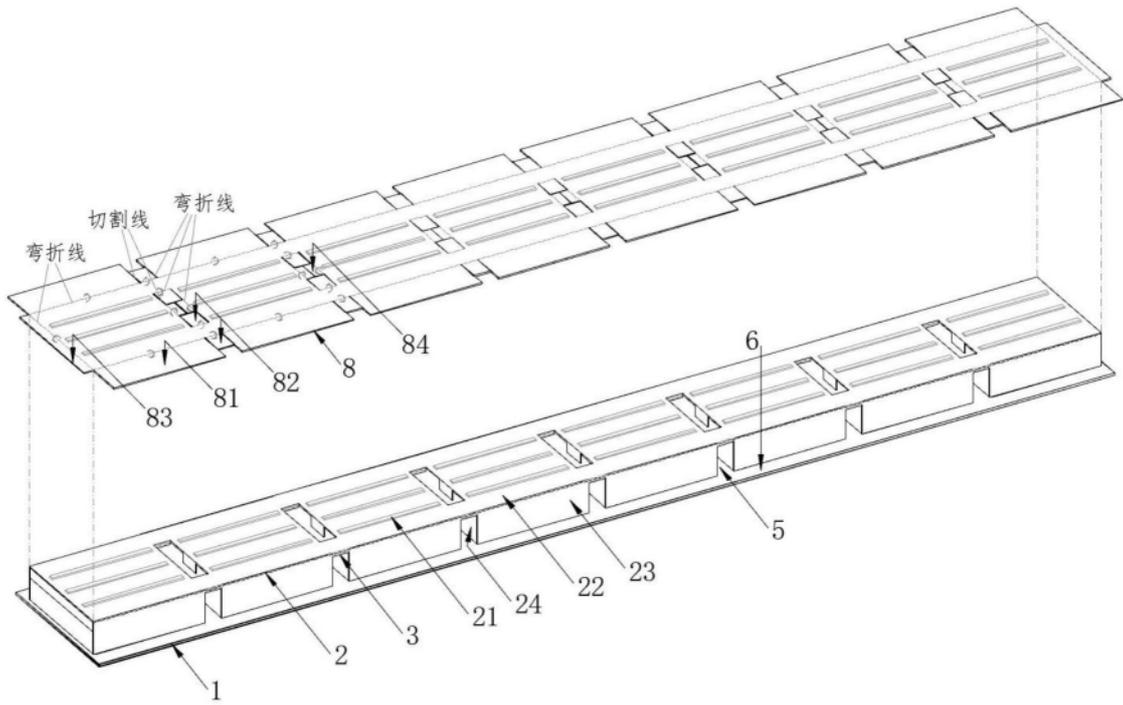


图5

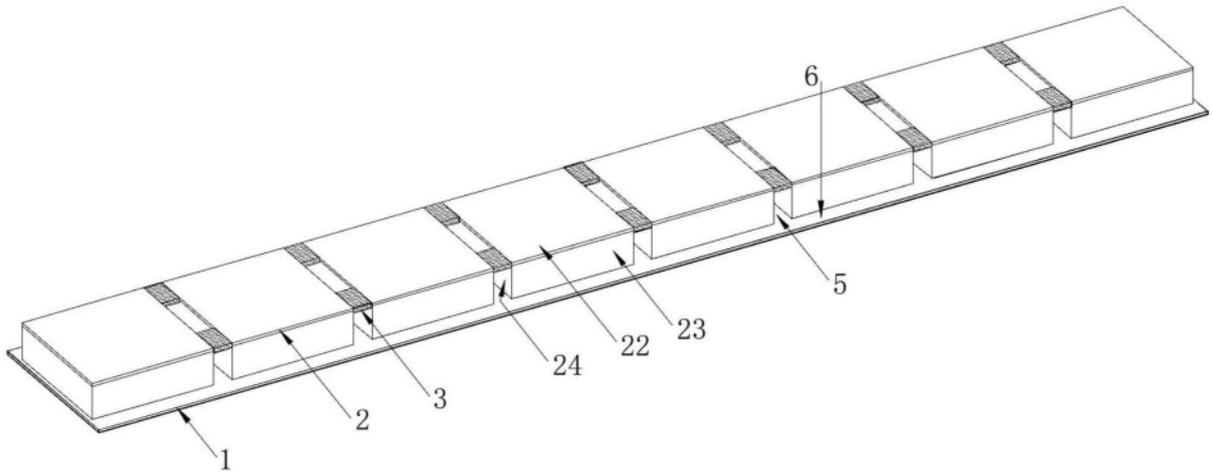


图6

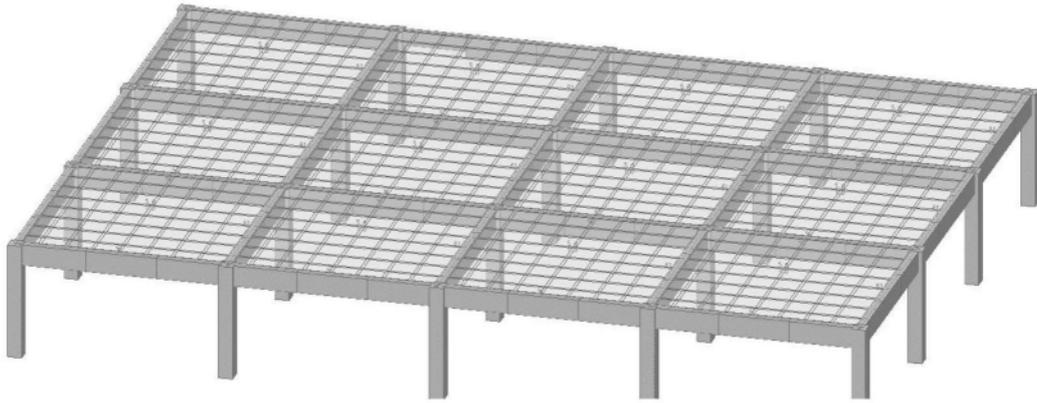


图7

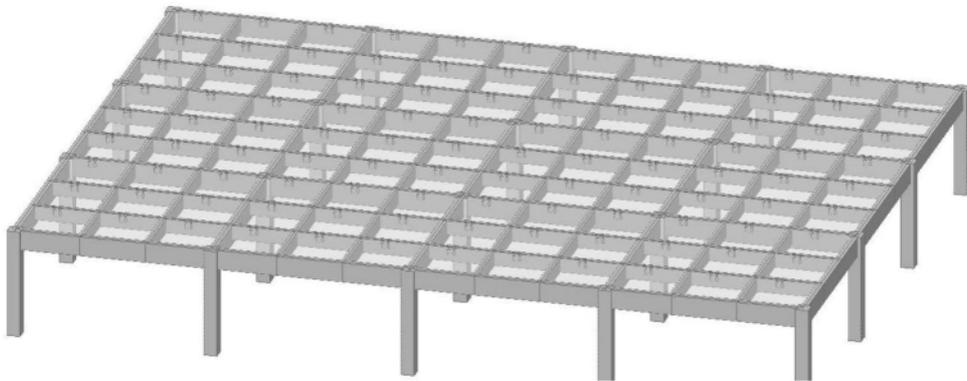


图8

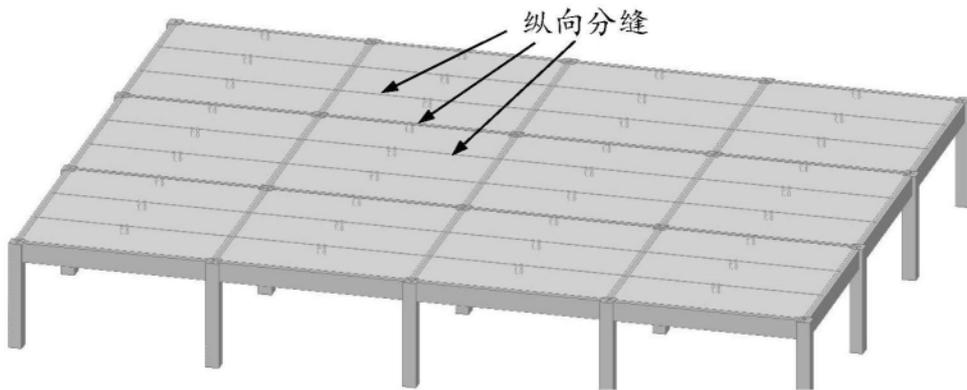


图9