

挂篮悬臂混合法施工技术

邱式中

(上海市基础工程公司特种基础设计所 200002)

1. 问题的提出

挂篮悬臂浇注、挂篮悬臂拼装时,挂篮要负担整个梁段重量,挂篮本身重量就很可观了,而挂篮重量由已浇箱梁束承受。这就加大了施工时梁的内力,怎样减少施工时梁的内力,使之尽量与运营时梁的内力要求趋于一致,这是设计与施工共同思索的问题之一,采用挂篮施工由于受到节段混凝土重量限制,每节段的长度一般在3~4米左右,每个节段的施工周期,平均也要7~10天左右,这样总的施工期相对就缓长,特别是当把挂篮用于大跨径斜拉桥的施工时,不仅施工周期次数多,而且由于挂篮重量较大,每一节段拉索的内力均在施工阶段进行控制,增大了钢束用量,另外,索力还要反复调整,给设计和施工带来很多不便。

如何利用梁式桥的结构配筋和斜拉桥的结构索等原结构,省去附加的施工承力结构,使施工设备的荷载减少;如何充分发挥施工设备可提供的能力,增大施工节段梁段长度,减少周转次数,加快施工进度,从而取得更大的经济效益。

这样,就使桥梁的设计和施工融合在一起,相辅相成。

2. 挂篮悬臂混合法施工技术

这种设想先在主跨320米的法国波鲁东纳桥大跨径斜拉桥中得到应用,其方法为:先在挂篮内拼装预制的箱梁腹板,然后再浇底板与顶板。这样,既成了挂篮负担(底板顶板现浇的重量由预制腹板承担),又保证了腹板质量,既有预制又有现浇,称为混合法。采用这种方法施工将原设置的能负担70吨重挂篮改为只负担35吨重挂篮即可,由于难于在挂篮中现浇的斜面薄腹板是

在先将张台座上预制的,所以大大缩短了挂篮的运转周期,从每周一段3米,变为每周两段各3米,加快了施工速度。

在上述思维启发下,上海市政设计院和其他设计部门提出,采用劲性骨架承受现浇混凝土重量,挂篮只负担施工设备、人员和部分材料重量的设想,以及对大跨径斜拉桥节段梁比较长短;中间箱挂篮利用大索,然后两侧跟上,成凸字型(或凹字型,单索面采用凸型,双索面采用凹字型)施工工艺,其构思是化整为零,即将断面分为两部分,第一部分先用传统的悬臂施工法做一节,采用劲性骨架承受混凝土重量,等达到强度后,即安装钢索张拉,形成斜拉结构,然后以此为依托,用比较小的挂篮车施工第二部分,这样形成一前一后的凸或凹形状态。面板、底板可以一起浇注。重庆石门大桥、上海恒丰北路立交桥及广州海印大桥等均采用这种方法,收到了很好的经济效益。

综上所述,笔者建议:

2.1 对于梁式桥中T型刚构、连续梁、简支悬臂梁、连续T型刚构桥,悬臂现浇设计构思时,采用劲性骨架承受现浇梁段混凝土重量的施工方法,劲性骨架既作为结构受力筋组成部分,又作为施工的重要技术措施。这样,挂篮仅作为施工平台用,只负责施工设备、人员和部分材料荷载,这将大大减轻挂篮重量,减少施工时梁的内力值,使施工和运营梁的受力状更趋于相近。

2.2 对于大跨径斜拉桥挂篮现浇施工。采取下列措施:

2.2.1 采取美国Dampoints桥挂篮施工方法,即利用永久索挂篮方式,见图1及图2。

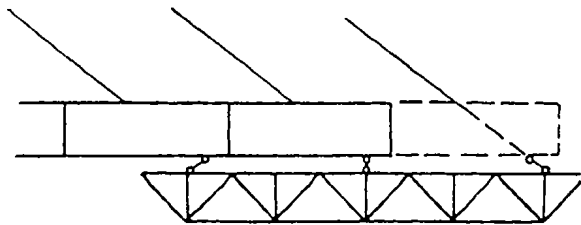


图1 利用永久索挂篮示意

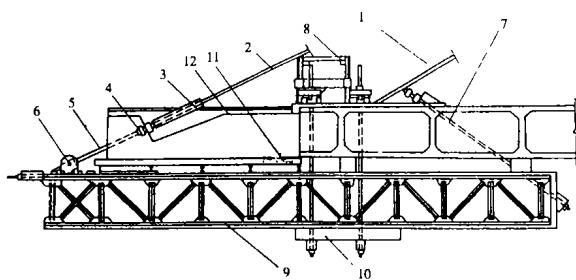


图2 利用结构永久索

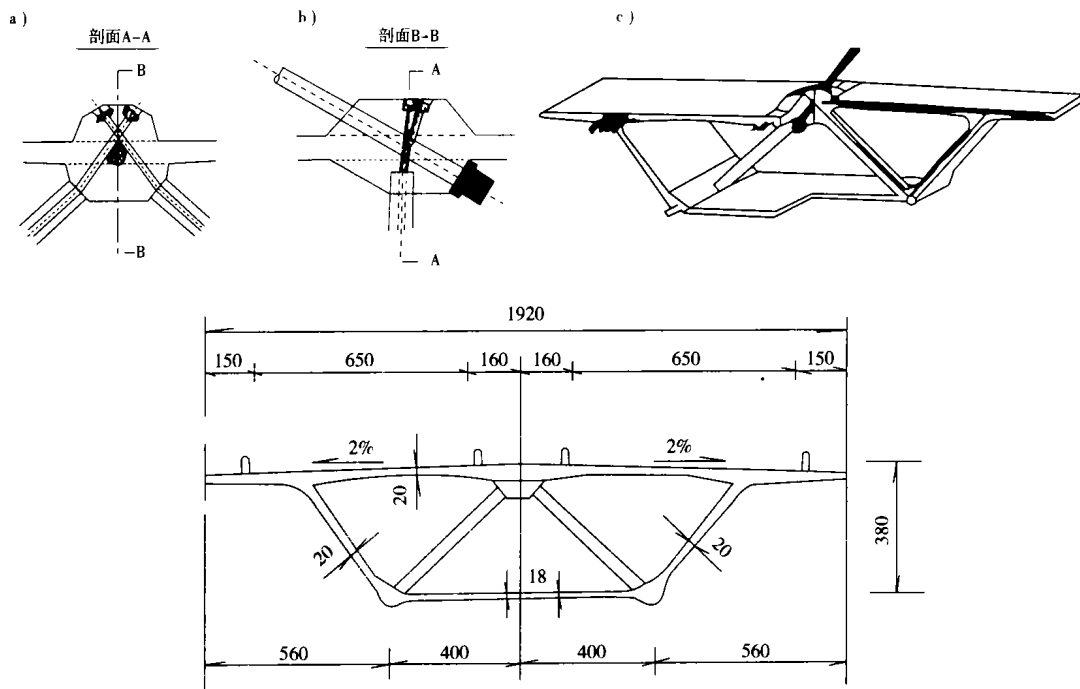


图3 法国波鲁东纳桥箱梁结构图

箱梁采用悬臂混合法施工，以3米长作为一个节段，通段悬臂浇注。为减轻挂篮重量和确保斜面薄腹板的混凝土质量，采用预制与现浇相结合的方法。即在19.2米宽的单箱单室箱梁中，将两块厚20厘米斜腹板采用先张预应力结构在台座上预制好，挂篮上拼装，腹板拼装就位后，用纵后预应力筋与已浇箱梁节段相连，成悬臂

2.2.2 对于波鲁东纳桥单索面整体箱的锚固构造，斜拉索直接锚固在箱梁顶板与一对斜拉杆交叉点处的锚固块上。斜杆腹板，可用先张法预制来承受现浇底板和顶板重量的方法来减轻挂篮重量，即采用预制现浇混合共用方法。

2.2.3 建议采用凸字型 and 凹字型挂篮现浇施工法，如恒丰北路桥，海印大桥等。

3. 工程实例

3.1 法国波鲁东纳桥

法国波鲁东纳桥为主跨320米的塔梁固结、梁墩铰接、独塔平行密索面连续结构型式。因抗扭需要，采用筋形断面，纵、横、竖三向预应力结构，箱中每隔3米设置一对连接顶板中点与底板两端的斜腹杆。见图3。

状态，使挂篮卸载，然后再浇底板与顶板混凝土，张拉预应力筋和安装张拉斜拉索，完成一个节段的施工。

3.2 上海恒丰北路桥

上海恒丰北路桥是塔、梁、墩全固结连接型式，独塔、平行密索T型刚构结构型式，其跨径为74.61+72.1m，横断面采用抗扭刚度大的四室箱梁，大桥布置及箱梁断面见图4所示。

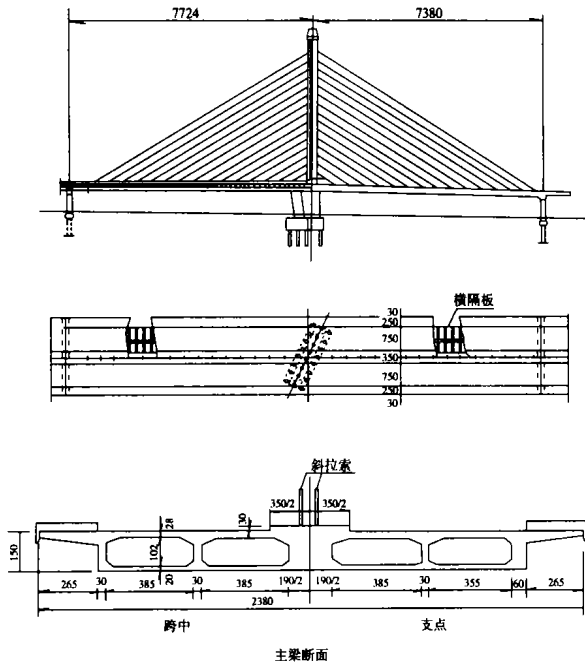


图4 上海恒丰北路结构图

该桥采用凸字形挂篮施工方法，把全断面分成中间箱梁（含锚固系）、边箱梁、悬臂板三部分，先浇部分依次承受后浇部分的重量和施工荷载。

中间箱梁内设劲性骨架，它承受浇注节段混凝土重量和施工荷载，中挂篮的吊篮仅起工作平台作用，边箱梁挂篮及悬臂挂篮为承重挂篮，三种挂篮成品字形同时向前推进。上海恒丰北路桥施工顺序见图5。图6为箱梁横断施工顺序图。实践证明，劲性骨架作为施工措施效果是好的，三种小挂篮构造轻巧，制造简便，移动灵活。

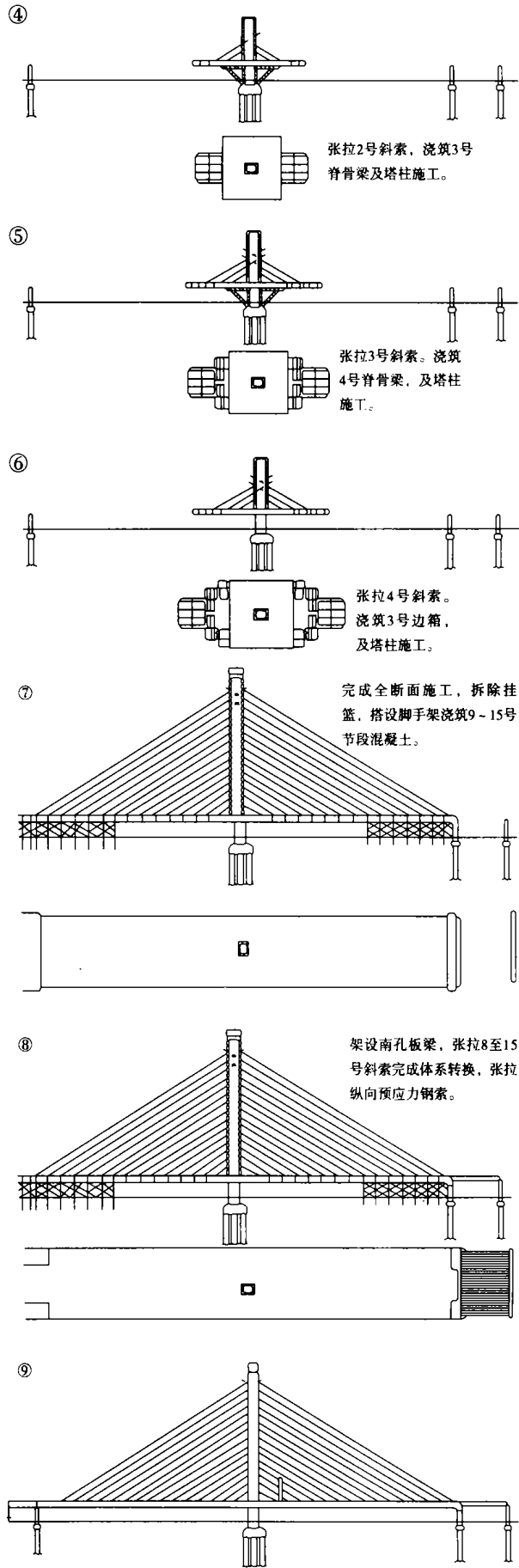
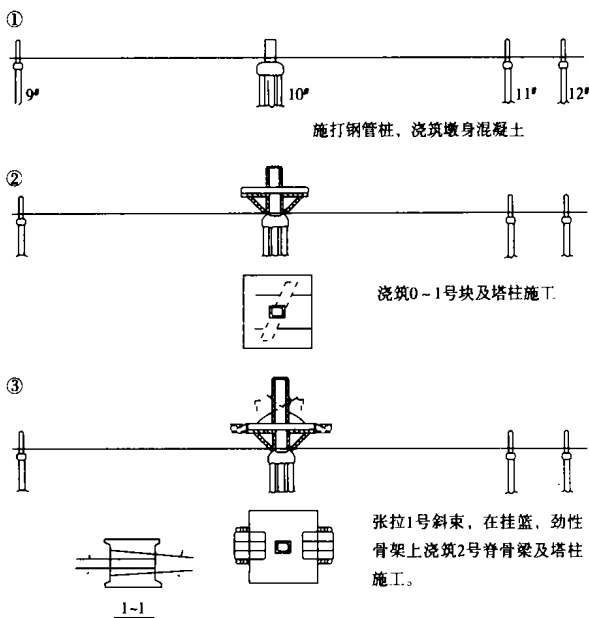


图5 恒丰北路斜拉桥施工顺序图

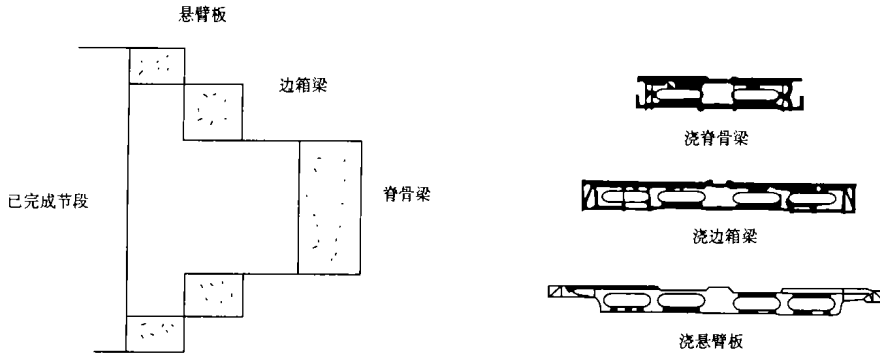


图6 箱梁横断面施工顺序

3.3 重庆石门桥

重庆石门大桥是一座跨度为200+230m，索距7.5m，塔梁墩全固结的双孔、独桥、单索面型

刚构结构型式的预应力混凝土斜拉桥。南跨长200米，北跨悬臂梁长226米，端部支承在引桥连梁外伸4m牛腿上，故北跨全长230米。见图7。

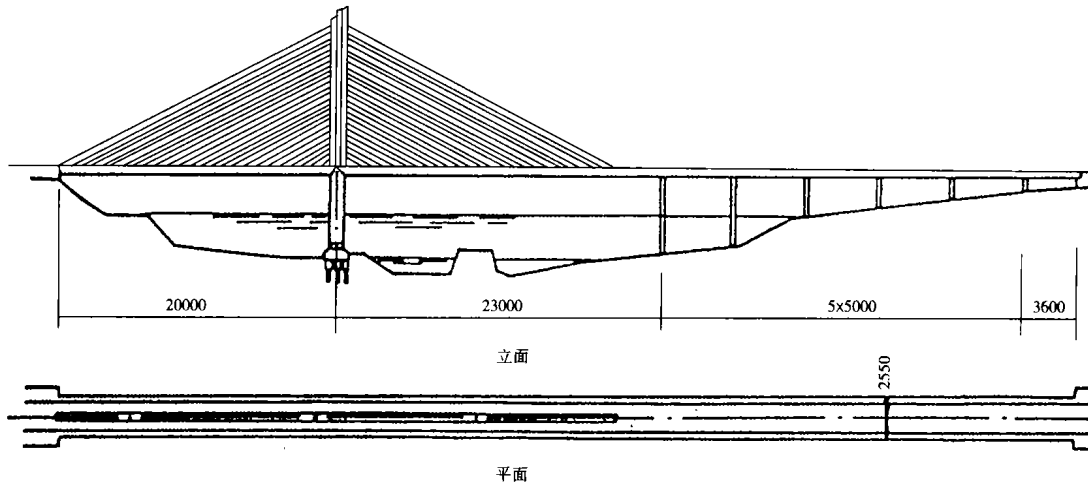


图7 重庆石门桥结构图

横断面为外腹板倾斜的三室倒梯形箱梁，每对斜拉索分别锚固在两个中腹板底部，拉索管道与劲性骨架电焊连接，边箱传力杆采用拉杆型式（象波鲁东纳桥），并将拉杆内预应力钢束锚固

在桥面板顶层钢梁上。箱梁在桥台端10米范围内设平衡重，使桥台始终处于受压状态，台端及悬臂端均设纵向防震块和横向止推装置。箱梁横断面见图8。

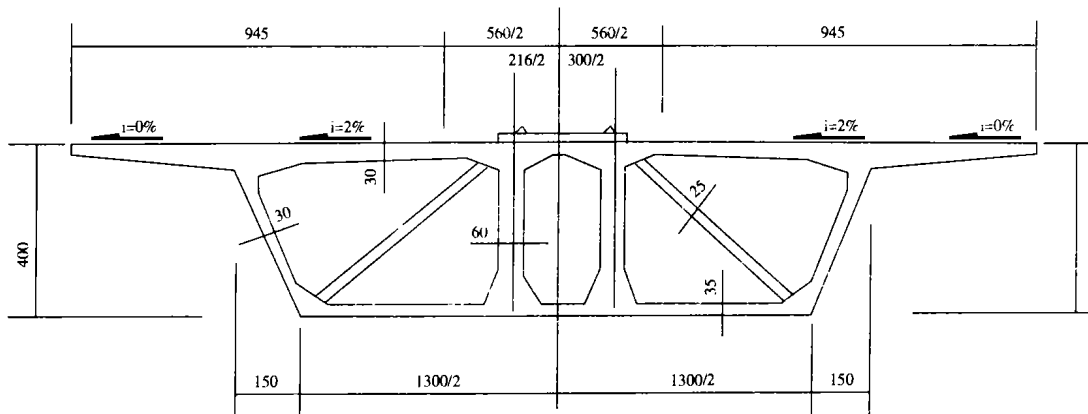


图8 重庆石门桥箱梁横断面图

箱梁采用挂篮劲性骨架品字型悬浇方式，在南北方向均先施工中箱，再两侧边箱、最后施工悬臂段。中箱最大超出边箱长度为 $6.09+15+15+7.5=43.59\text{m}$ 。悬臂2.5m浇筑跟在边箱后面这样分中箱、边箱和悬臂2.5m三个层次、三个工作面。见图9。

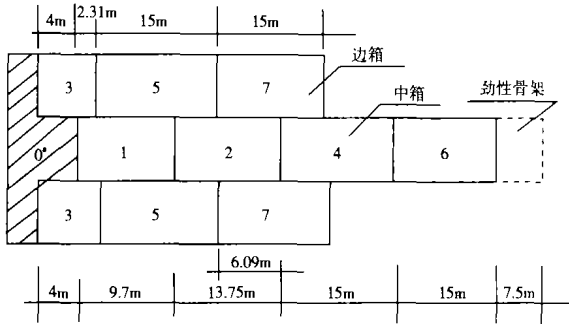


图9 石门桥品字型挂篮浇筑顺序图

3.3.1 中箱施工

(1) 施工工艺

中箱采用劲性骨架，混凝土三次浇注，大索三次张拉法。其程序如下：

安装劲性骨架（劲性骨架加工）→移动底模平台（移动底接加工维修）→安装斜拉索、根据设计要求第一次张拉（索预制好）→水箱加水压重（水箱及加水设备就序）→斜拉索第二次张拉（预应力管道加工）→底模绑底板钢筋、管道浇筑混凝土，先浇一侧，再另一侧，边浇边放水（钢

筋制作预应力管道制作）→第三次张拉斜拉索→绑肋板钢筋、管道、顶板钢筋、管道（肋模板、堵头板）→水箱加水压重→浇注肋板混凝土，先浇一侧，再另一侧边浇边放水→水箱加水压重→浇顶板混凝土，先浇一侧，再另一侧边浇边放水→混凝土养生一天后→安装下一节劲性骨架。

(2) 劲性骨架

劲性骨架采用大型槽钢和斜拉索套管焊成的桁架梁，长15米，高3.6米，骨架中心宽3米（河跨）或2.16米（岸跨），重25吨。为便于运输，将15米的分为2节，每节7.5米。采用胎模单片组焊，再立体组装，连接上下横向联系杆及临时加强斜杆，经验收合格后运至现场，组装成桁架。安装好桁架下的检查轨道，用缆索整体吊装就位。焊接上下弦杆及斜杆，竖杆接头。因悬吊底模平台的构造需要，每一节段都要将下一节段的半节劲性骨架预先安装好。

(3) 箱梁悬臂浇注

A、中箱混凝土宽度5.6米，采用劲性骨架，悬吊底模的方法进行施工，施工节段长15米，分三次浇混凝土，第一次为底板至下承托以上0.15m，浇注高度1.35m，混凝土56方；第二次肋板混凝土浇注高度2.14m，混凝土39方；第三次顶板浇注高度0.75米，混凝土41方。见图10。

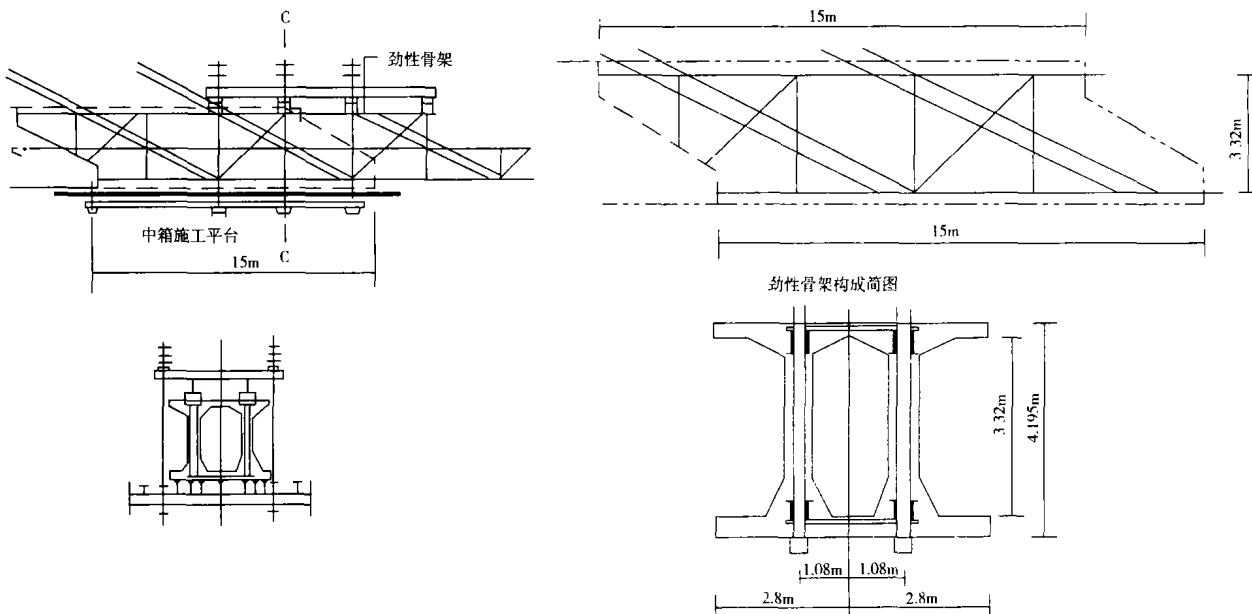


图10 劲性骨架与中间箱横断面

（未完待续）