

文章编号:1005-0523(2012)01-0054-07

基于合同治理的承包商与设计单位合谋防范研究

尹贻林,董宇,张力英

(天津理工大学管理学院,天津 300384)

摘要:承包商与设计单位合谋会让业主承受巨大损失,而监理工程师和咨询单位对于合谋很难做到有效的管理,因此业主必须找到有效途径防范合谋事件。通过构建博弈模型分析了合谋产生的原因,给出了认定以及处理合谋的标准。业主通过合同管理可以有效的控制承包商与设计单位的合谋,即通过合同条款的设立让设计单位的权、责、利相匹配,通过激励和约束的手段促使设计单位拒绝合谋,从而防止合谋事件的发生,并给出了有效的治理方法。

关键词:合谋防范;合同治理;博弈模型;激励机制;约束机制

中图分类号:TU2

文献标志码:A

工程项目建设过程中,工程变更引起的工程价款变化额占工程价款结算额的比例往往很大。田威^[1](2001)曾提到变更是承包商在工程项目建设过程中的三大支柱之一,而设计变更是工程变更中重要组成部分,因此承包商便会利用设计变更获得额外收益。由于道德风险和不对称问题,承包商会寻找设计单位进行合谋,寻求利于承包商的设计变更,而这些变更往往会减少业主的利益,使业主蒙受损失。因此业主必须找到解决承包商和设计单位合谋的有效途径,保证业主利益。

1 承包商与设计单位合谋

承包商较业主拥有项目建设信息的优势,设计单位较业主拥有项目设计信息的优势,因此承包商、设计单位便与业主之间存在信息不对称问题。承包商要追求利益最大化,而设计单位也想要更多的利益,承包商和设计单位便存在着道德风险问题。承包商为获取最大化利益,便会与设计单位合谋,利用信息优势,使业主遭受损失,承包商和设计单位从中获利。Jean-Jacques Laffont 和 Jean Tirole (1992)^[2]认为,信息不对称和不完备契约是合谋产生的条件,合谋各方能够同时获取利益是合谋产生的根本原因。承包商和设计单位完全有合谋的动机以及执行的可行性。

对于合谋,Baiman S 等人^[3]认为合谋是一种私下协议,是代理人以违背所有者意愿的方式而采取的行动。Tirole^[4](1986)提出了委托人可以通过设计一个防止合谋的契约使代理人从中得到的利益不少于合谋利益,从而消除代理人进行合谋的利益动机。Laffont 和 David Martimort (1997)^[5]以及 Tirole 建立起来由委托人、监管者和代理人三层的层级结构组成的分析范式,即 P-S-A 三层代理分析框架。Laffont 和 David Martimort (1997)主要分析了两类合谋:其一是高效率的代理人和低效率的代理人可能会结成联盟,即后来学者提到的横向合谋;其二是处于信息优势地位的监管者,可能在委托人激励不足时为了谋取私利和代理人结成联盟,即代理人和监管者之间的纵向合谋。

现在合谋众多都在探讨两层合谋或三层合谋,两层合谋就是委托人和代理人两层的层级结构组成中存在合谋。而承包商与设计单位的合谋,既不属于两层合谋,也不属于众多研究所涉及的三层合谋,而是

收稿日期:2011-12-10

作者简介:尹贻林(1957—),男,教授,博士生导师,研究方向为投资决策与工程造价管理。

一种特殊的多层次合谋。因为承包商与设计单位合谋,侵害业主的利益,这包括三个层级,但是承包商和设计单位并没有直接的联系,不像监管者和代理人之间存在着直接的联系。建设项目起到监管作用的是监理工程师,而监理工程师主要是监管承包商对工程项目的建设,因此设计单位提出的设计变更监理人并没有直接的权力和能力去监督,因此监管者(监理工程师)较难建管两个委托人(承包商和设计单位)之间的合谋。这四者之间的关系如图1所示。

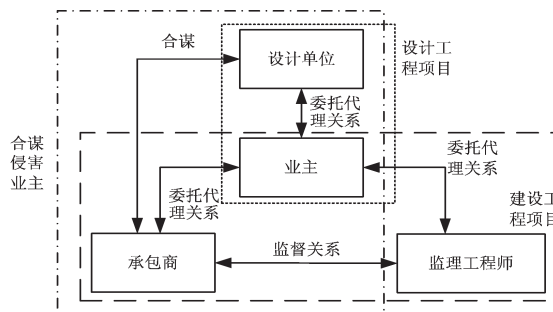


图1 建设项目主要参与方关系图
Fig.1 The relationship chart about the major participants of construction project

2 合谋成因

2.1 基础数据设定

1) 承包商为获得额外收益,找设计单位合谋,设计单位与承包商都是理性人,都会根据双方的期望收益进行判断。

2) 承包商有两种选择方案,其类型为离散分布,记为 $\theta = \{\theta_1, \theta_2\}$, $\theta = \theta_1$ 表示承包商选择合谋策略, $\theta = \theta_2$ 表示承包商不选择合谋策略。 Q_{θ_1} 为承包商选择合谋的概率, Q_{θ_2} 为承包商选择不合谋的概率。

3) 承包商与业主签订的合同价格为 A ,设计单位在没有合谋的情况下收益为 B 。承包商不与设计单位合谋时额外收益为 0,承包商与设计单位合谋后,承包商额外收益为 αA ,业主损失 K 自然就为 αA 。

4) 承包商与设计单位进行合谋要付出成本,承包商成本为 C_1 ,设计单位成本为 C_2 。

5) 业主会委托监理工程师或咨询单位进行监管,监管成本为 M 。

6) 业主进行监管后,发现设计单位与承包商合谋的概率为 $P \in [0, 1]$,此时业主采取措施为取消该项变更。

7) 合谋行为发现后,承包商、设计单位与业主的关系损坏,并且声誉等也受到损害。假设承包商、设计单位的这种无形的损害都为 L 。

8) 承包商会主动选择与设计单位进行合谋,也就是说承包商不选择合谋,设计单位选择合谋的事情不会发生。

2.2 构建模型分析合谋

承包商与设计单位合谋的目的是双方都能在原有收益的基础上获得额外收益,当双方中的任意一方没有额外收益,那么合谋事件将不会产生,因此只需研究承包商和设计单位额外收益获取额即可。

当 $\theta = \theta_1$ 时,承包商选择与设计单位合谋,必然会支付给设计单位一定费用 T ,而这也是设计单位额外收益的主要来源。业主以概率 P 得知承包商与设计单位合谋,此时业主将会取消这一设计变更,承包商在支付了合谋成本 C_1 以及承担无形损失 L 后,不会获得其他收益,承包商的总收益为 $0 - C_1 - L$;业主没有发现承包商与设计单位合谋的概率为 $1 - P$,此时承包商获得了 αA 的收益,而承包商仅承担与设计单位合谋的成本 C_1 ,并且承包商支付给设计单位费用 T ,承包商的总收益为 $\alpha A - C_1 - T$ 。因此,承包商的额外收益期望值 E_A 为

$$E_A = (1 - P)(\alpha A - C_1 - T) + P(0 - C_1 - L) = \alpha A - \alpha AP - C_1 - PL - T + PT$$

设计单位选择与承包商合谋后,设计单位的期望收益跟承包商基本一致,当业主发现合谋事件时,设计单位的总收益为 $0 - C_2 - L$;当业主没发现合谋事件时,设计单位的总收益为 $T - C_2$ 。因此,设计单位的额外收益期望值 E_B 为

$$E_B = (1 - P)(T - C_2) + P(0 - C_2 - L) = T - TP - C_2 - PL$$

承包商与设计单位中的任何一方的期望收益不大于0时,该方将不会进行合谋,双方的期望收益都应大于0,这样合谋才能实现,即

$$\begin{aligned}\alpha A - \alpha AP - C_1 - PL - T + PT &> 0 \\ T - TP - C_2 - PL &> 0\end{aligned}$$

以承包商支付给设计单位的费用 T 为自变量,求解这一公式得

$$\frac{C_2 + PL}{1 - P} < T < \frac{\alpha A - \alpha AP - C_1 - PL}{1 - P}$$

当承包商支付给设计单位合谋的费用 T 在区间 $\left[\frac{C_2 + PL}{1 - P}, \frac{\alpha A - \alpha AP - C_1 - PL}{1 - P}\right]$ 时,双方会进行合谋,因此业主如想要防止承包商与设计单位合谋,就必须使 T 的值域为空。即

$$\frac{C_2 + PL}{1 - P} > \frac{\alpha A - \alpha AP - C_1 - PL}{1 - P}$$

因此,求解得

$$PL > \frac{\alpha A(1 - P) - C_1 - C_2}{2}$$

P 为业主发现承包商与设计单位合谋的概率,而 L 则为承包商和设计单位合谋被业主发现所产生的损失,因此 PL 为承包商和设计单位的期望损失; $\alpha A(1 - P)$ 是指业主没有发现承包商与设计单位合谋 ($1 - P$) 的前提下承包商获得的收益 αA ,而 $C_1 + C_2$ 是承包商与设计单位进行合谋双方的成本总和。经济学观点解释就是只要承包商或设计单位合谋被发现的期望损失大于承包商合谋不被发现的期望利益减去双方总的合谋成本所得值的一半,承包商和设计单位便不会选择合谋。此时业主的损失为

$$E_K = M + (1 - P)\alpha A + P \cdot 0 = M + (1 - P)\alpha A$$

当 $\theta = \theta_2$ 时,承包商不选择与设计单位合谋,双方的额外收益为零,而业主为防止承包商与设计单位合谋的支出仅为 M 。

因此,业主的期望付出或期望损失

$$E_K = Q_{\theta_1} [M + (1 - P)\alpha A] + Q_{\theta_2} M = Q_{\theta_1} M + Q_{\theta_1}(1 - P)\alpha A + Q_{\theta_2} M$$

由于 $Q_{\theta_1} + Q_{\theta_2} = 1$, 因此 $E_K = M + Q_{\theta_1}(1 - P)\alpha A$ 。由于想要防止承包商与设计单位合谋,就要使 $PL > \frac{\alpha A(1 - P) - C_1 - C_2}{2}$, 因此可以推断当承包商与设计单位合谋时 $PL < \frac{\alpha A(1 - P) - C_1 - C_2}{2}$, 即 $(1 - P)\alpha A > 2PL + C_1 + C_2$, 把该公式带入业主的期望损失 E_K 中,即

$$E_K > M + Q_{\theta_1}(2PL + C_1 + C_2)$$

所以该公式可以解释为当设计单位与承包商进行合谋时,业主的期望损失 E_K 会大于业主的监督成本 (M) 以及承包商和设计单位合谋的成本和损失之和的期望值 ($Q_{\theta_1}(2PL + C_1 + C_2)$) 两者之和。

2.3 分析防范合谋途径

根据上文中的求解可知,当 $PL > \frac{\alpha A(1 - P) - C_1 - C_2}{2}$ 时承包商将不会选择与设计单位合谋。 $C_1 + C_2$ 是承包商与设计单位合谋的成本总和,基本是一个固定值,是不可改变的; αA 是承包商选择合谋从业主方获得的收益,也很难对其改变;因此要想该结果成立,则需要增大业主发现合谋的概率 P 以及加大对承包商和设计单位的惩罚 L 。

承包商寻找设计单位进行合谋,当设计单位认为其合谋的损失不小于收益时,便会拒绝合谋,从而使合谋破裂,因此业主对设计单位的管理是控制合谋的关键。设计单位认为其合谋的损失小于收益也就是设计单位合谋的期望收益小于0,即 $T - TP - C_2 - PL < 0$ 。由于 T 是承包商给设计单位的合谋费用, C_2 是设计单位的合谋成本,均是业主无法控制的内容,因此业主只能通过增大 TP 和增大 PL 两项来使

$T-TP-C_2-PL<0$ 成立。也就是增加业主发现合谋的概率 P 以及加大对承包商和设计单位的惩罚 L 。除此之外,也可以在原式子中增加一个变量 X ,即设计单位获得合谋的收益是 $T-TP-C_2-PL-X$,这样也可以促使设计单位合谋的期望收益为负,即

$$T-TP-C_2-PL-X<0$$

综上,防止承包商与设计单位合谋的主要手段包括:①加大业主发现合谋的概率 P ;②加大对承包商和设计单位的惩罚 L ;③增加一个实变量,使得设计单位合谋后减少其期望收益。业主发现合谋的概率 P 是与业主委托监理工程师监管有关,监管越细致深入, P 值越大,但是相应的监管成本 M 也就越大,也就是 P 是一个以监管成本 M 为自变量的因变量,即可表示为 $P=f(M)$ (这里只是单纯的描述 P 与 M 之间的关系)。由于监管者(监理工程师)较难建管承包商和设计单位之间的合谋,因此单纯的增加监管成本 M 是很难保证 P 值是等幅度的增大的, M 投入越大, P 增大概率越小,即 $f'(M)<0$ 。因此不能单存依靠加强监管来加大业主发现合谋的概率。业主还应该认清合谋的表现,设定合理的合谋认定标准,通过合谋认定标准的使用来加大发现合谋的概率 P 。业主发现合谋后对承包商和设计单位的惩罚 L 是指承包商、设计单位与业主的关系损坏,并且声誉等也受到损害,这其实是一种无实质形态的惩罚,而这种惩罚对承包商或设计单位产生重要影响只能是在社会信誉度、社会公信等方面良好(即社会资本量很大)的情况下,因此这并不是一个业主所能控制的问题。而对于增加一个实变量 X 减少设计单位合谋的期望收益,这一变量 X 既可以是设计单位合谋后产生的损失,也可以是设计单位不选择合谋所取得的额外收益。

3 合谋认定处理标准

承包商与设计单位合谋,对于业主来说,除非当事人承认,业主很难明确双方合谋。业主更大多数是发现承包商与设计单位存在合谋的嫌疑,并且设计变更对于业主不利,因此业主将取消这一项变更。承包商与设计单位合谋,对于工程项目的影 响主要体现在:①影响项目造价,②影响项目功能。而项目造价则是承包商与设计单位最关心的问题。因此业主可通过审查变更项目有关造价来判断承包商与设计单位是否合谋。

承包商通过设计变更提高其收益的方法有如下几种:①增加原有清单项目的工程量,而该工程量的投标报价要高于市场平均价格;②取消原有投标报价低的清单项目或减少其工作量,以新的清单项目替换,需要重新定价;③新增工程项目,承包商可以以低成本完成该工程项目,或者承包商可以高定价;④设计变更并不必要,可以不进行设计变更。出现这几种情况时,业主应注意承包商是否与设计单位进行了合谋。承包商和设计单位即使出现合谋现象,业主也并不一定要取消该项变更,如果该项变更即降低工程造价,又提高项目功能,则该项变更就可以执行。当该项变更提高工程造价也提高项目的功能或者降低工程造价也降低项目的功能,则要仔细考虑承包商与设计单位是否进行合谋,业主利益是否受损,变更是否要执行,具体内容如表1所示。

表1 设计变更执行分析
Tab.1 Executing analysis of design change

项目功能	项目造价	
	提高	不变或降低
提高	审查是否存在合谋	执行变更
不变或降低	不执行变更	审查是否存在合谋

4 合同治理防范合谋

建设项目合同治理是有效地防范承包商与设计单位之间的合谋的良好途径,原因如下:

1) 承包商和设计单位相对于业主都存在信息优势,从而使承包商、设计单位与业主之间存在信息不对

称。业主无法有效地去辨认承包商与设计单位是否存在合谋。

2) 由于设计单位在合谋中的特殊性,因此业主对设计单位进行有效的合同治理便可防止合谋。业主可在与设计单位签订的委托合同中设立条款,使设计单位无法进行合谋,从而使合谋不会发生。

3) 业主运用合同治理,通过在合同阻止承包商与设计单位合谋,可以减少项目建设过程中的监管成本 M 。

合同治理是项目治理的组成部分,合同治理是通过合同建立一套制度体系的过程,即在合同中明确规定双方的权利、责任和义务,在合同中进行合理的风险分担,通过激励约束措施促使设计单位按照预期目标建设项目。严玲(2005)认为契约关系中包括委托代理理论、交易成本理论与产权理论^[6],而合同治理则是对这些理论的应用。

设计单位拥有设计建设项目、承包商按照其设计施工的权利,业主要为设计单位由于拥有设计权利而给予其利益,这也就是设计单位拥有的项目控制权和剩余索取权。控制权和剩余索取权应匹配,这是目前普遍认同的观点,张维迎(1996)^[7]、严玲(2005)^[6]等人均对此进行了阐述。设计单位拥有了设计项目的控制权,那么就必然要承担设计该项目拥有的风险。业主不会让设计单位拥有了设计控制权,却不承担设计的风险。设计单位承担的风险可以很好的约束设计单位的控制权,当设计单位承担风险后,设计单位要合理利用控制权来防止风险事件的发生,减少风险发生后设计单位承担的损失。当设计单位承担了风险,那么设计单位就必须拥有处理这些风险的控制权,如果设计单位承担了风险而没有相应的控制权进行控制,任由风险发生的话,不利于项目设计。设计单位承担了风险,就必然要给与设计单位承担风险的补偿,作为设计单位承担风险的收益。而这种补偿就是剩余索取权。设计单位通过拥有的设计控制权作用于公共项目,建设公共项目。设计单位承担的风险对控制权起到约束作用;设计单位拥有的剩余索取权对控制权起到激励作用,设计单位为了获得剩余索取权会积极地设计项目。在约束控制权和激励控制权的双重作用下,会激励设计单位合理使用他的控制权,设计单位就会按照业主的目标设计项目,实现双方目标的统一,从而实现业主的目标。因此,在合同中要明确规定设计单位拥有的权利(控制权)、责任(风险)和利益(剩余索取权),并实现三者的匹配,从而激励设计单位设计项目,具体内容见图2。

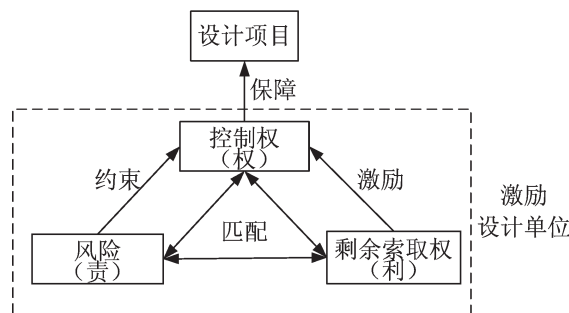


图2 合同治理的实现手段

Fig.2 Realization means of contract governance

业主在与设计单位签订的合同中,实现设计单位的权、则、利的匹配,使设计单位合谋承担的风险加大,让设计单位对于项目设计的控制权力、合谋承担的风险、设计单位按照业主目标设计项目所获取的利益相匹配,就可以阻止设计单位与承包商合谋,从而对合谋进行有效的控制。Tirole(1992)提出并证明了激励机制能够防范合谋^[8],验证了权、责、利相匹配能够防范合谋。

1) 让设计单位的权利和获取的利益相匹配,激励其不进行合谋。

业主可对设计单位实行正向激励,在合同中设立激励机制,使设计单位合谋的收益要小于不合谋时业主激励的利益。根据上文模型,设计单位选择合谋的期望收益为: $T-TP-C_2-PL$ 。业主给予其奖励 A 只要与 $T-TP-C_2-PL$ 相比不是很少,设计单位不会为了比业主奖励稍微高一些的合谋利益而去进行合谋,因为设计单位还要承担无形的损害 L 。当业主给予其奖励 W 不小于 $T-TP-C_2-PL$ 时,设计单位是肯定不会合谋的。因此,当 $L>(T-TP-C_2-PL)-W$ 或者 $W>(T-TP-C_2-PL)$ 时,设计单位是不会选择合谋的。业主可在设计委托合同中规定,项目建设期间设计单位没有对原工程提出设计变更或者设计单位提出的设计变更造价小于一个数值时,业主可给与设计单位一定奖励 W ,并且奖励 W 要符合

$L > (T - TP - C_2 - PL) - W$ 或者 $W > (T - TP - C_2 - PL)$ 。

2) 使设计单位的权利和进行合谋时的风险(也就是责任)相匹配,以约束其进行合谋。

业主可约束设计单位,在合同中设立约束机制,减少设计单位合谋的收益。设计单位选择合谋的期望利润为 $T - TP - C_2 - PL$ 。只要当设计单位的期望利润为负或很小时,设计单位是不会合谋的,因为设计单位还要承担无形的损害 L 。业主减少期望利益的措施可以是增加设计单位进行合谋的损失,即添加有形损失 L' 。业主可在合同中约定,即在某些条件下,业主要向设计单位索要 L' 。这存在两个问题,即在合同约定,在哪些条件下业主索要 L' ,以及 L' 值的大小。① 对于在哪些条件下索要,可分为3类,第一类,设计单位提出的设计变更发生就开始要,这类条件业主可最小化的减少项目支出,转移给设计单位的风险最多,但缺点是严重阻碍了设计单位提出设计变更,妨碍改进项目建设质量;第二类,设计单位提出的设计变更造价超过一定额度开始索要,这类条件要注意当额度太小时则就是第一类条件,当额度过大时则就是形同虚设,造价额度要确定好;第三类,该项设计变更对于承包商来说其可以明显获利,即业主应关注的那4点,这类条件的精确度高,但是计算复杂。业主可根据项目特点选择一类条件。② 对于索要值 L' 的大小,可分为2类:第一类,对于设计单位提出的设计变更造成业主增加造价的,进行全额索要,在这种情况下业主承担的风险最低,损失全部由设计单位承担,这种情况下将会很难收到设计单位的变更意见,妨碍改进项目建设质量;第二类,对于设计单位提出的设计变更造成业主增加造价的,对于增加价款按照一定比例索要,这类比第一类要缓和,也更实用,但是要注意当索要比例太大时则就是第一类的索要值,当索要比例太小时则就是形同虚设,索要比例要确定好。业主可根据项目特点选择一类条件。对于是否进行索要,则可依据表1进行判定。此外业主把增加发现设计单位与承包商合谋的概率 P 与增加设计单位进行合谋的损失,即添加有形损失 L' 结合使用,控制合谋效果会更好。

5 总结

业主要控制承包商与设计单位合谋,可阻止设计单位与承包商合谋来实现,就是降低设计单位合谋取得的额外收益,致使设计单位不选择合谋。业主对设计单位进行合同治理就可以有效的防止设计单位选择合谋,主要手段是实现设计单位的权责利相匹配,通过在合同中设定激励机制和约束机制来实现权责利匹配,增加设计单位不进行合谋的收益,减少设计单位选择合谋的收益,从而防止设计单位选择合谋。当设计单位不进行合谋,承包商也就无法与之合谋,那么合谋事件将不会发生。从而也就减少了业主建设项目的费用,降低了业主的损失。

参考文献:

- [1] 田威. 创收的三大支柱及“不可抗力”[J]. 国际经济合作, 2001(1): 52-55.
- [2] JEAN -JACQUES LA, JEAN T. Cost padding, auditing and collusion[J]. Annals of Economics and Statistics, 1992, 26(25): 205-226.
- [3] BAIMAN S, EVANS J H, NAGARAJAN N J. Collusion in auditing[J]. Journal of Accounting Research, 1991, 29(1): 1-18.
- [4] JEAN T. Hierarchies and bureaucracies: on the Rule of collusion in organizations[J]. Journal of Law, Economic and Organization, 1986(2): 81-214.
- [5] JEAN-JACQUES, LAFFONT, DAVID M. Collusion under asymmetric information [J]. Econometrical, 1997 (61): 875-911.
- [6] 严玲. 公共项目治理理论与代建制绩效改善研究[D]. 天津: 天津大学, 2005: 53-74.
- [7] 张维迎. 所有制、治理结构及委托-代理关系—兼评崔之元和周其仁的一些观点[J], 经济研究, 1996(9): 3-16.
- [8] JEAN T. Collusion and theory of organization in advances in economics theory, sixth world congress[M]. England: Cambridge University Press, 1992: 71-155.

A Study on Collusion-proof between Contractor and Design Unit in Construction Engineering

Yin Yilin, Dong Yu, Zhang Liying

(School of Management, Tianjin University of Technology, Tianjin 300384, China)

Abstract: The collusion between contractor and design unit makes the owner bears great loss. While the consulting unit and supervision engineer are difficult to take effective management over the collusion, the owner is required to find useful ways to control its occurrence. This paper analyzes the reasons of the conspiracy through building the game model and points out the criteria how to identify and treat collusion. The owner can control the conspiracy between the contractor and design unit effectively through contract management. Contract management is a mean which sets up the contract terms to balance the right, responsibility and interests of the design unit. It prevents the occurrence of conspiracy by promoting the design unit refused to collusion by incentive and restraint mechanism. At last, this paper gives effective treatment methods for collusion.

Key words: collusion-proof; contract management; game model; incentive mechanism; restraint mechanism

(上接第42页)

Durability Analysis of Epoxy Asphalt Waterproof Bonding Layer of Steel Bridge Deck

Wang Sheng, Ye Fen, Jia Xiaoyang, Jiang Guojie

(The Key Laboratory of Road and Traffic Engineering, Ministry of Education, Tongji University, Shanghai 201804, China)

Abstract: Many field surveys show that delaminating or slip off of the steel bridge deck pavement layer caused by failure of the waterproof layer is one of the important reasons which caused the steel deck plate paving failure. The traffic load, temperature and water factor are usually considered as the main factors that affect long-term pavement performance of the waterproof layer binding. Epoxy asphalt is selected to be tested according to the characteristic and technical requirement of steel deck bridge pavement. Based on the drawing test and shear test in the two different temperatures of 25 °C and 70 °C, the paper determines the temperature sensitivity of waterproof layer. In addition, the effects of high temperature water on waterproof bonding layer of steel bridge deck are evaluated through drawing and shear experiments in high temperature. Experiment result indicates that the drawing strength and shear strength of the waterproof bonding layer falls sharply with the increasing of the temperature; the drawing strength and shear strength decline slowly with the increasing of soaking time and the shear strength tends to be unchanged. The temperature should be considered as the first factor when adopting epoxy asphalt as waterproof bonding material of steel bridge.

Key words: steel bridge deck pavement; epoxy asphalt; waterproof bonding layer; shear test; drawing test