



向左飘移严重,为了让清左舷三艘在港船舶,引航员下令主机港内全速前进,右满舵,拖轮“SUN JIN 100”在右舷尾部拖拉船尾。1444时,让请第一艘在港船舶“MSC EVA”轮30米左右,引航员下令主机海上全速前进,右舵 $20^\circ$ ,船长使用艏侧推推首向右。1447时,引航员继续发出主机令和舵令时,船尾连续让清第二、第三艘系泊船,船尾向左漂移加剧,此时航速6节。1449时,船尾和85号集装箱桥吊触碰,该桥吊完全倒塌在本船尾部。此时主机是海上全速前进,航速5.2节,船首右侧拖轮没有协助。1450时,紧急全速倒车。1451时,驾驶室左翼重重触碰到了正在作业的81号集装箱桥吊。1452时,左舷船首轻轻触碰到了PNC #7泊位系泊船“SEASPAN GANGES”轮。事故经过见图2。

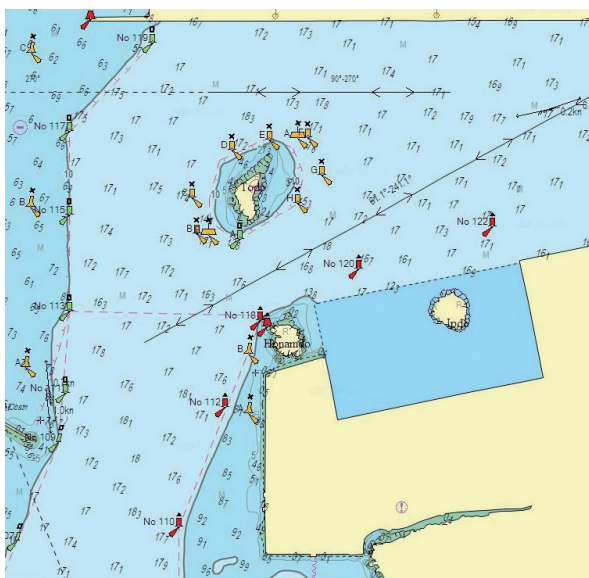


图2 “MILANO BRIDGE”轮港池内操纵轨迹图

## 2 事故剖析

现代化的超大型集装箱船舶,天气状况良好,平静的海面,港区环境并不复杂,引航员在船期间发生了如此严重的碰撞事故,值得深思,应认真总结,并引以为戒。

### 2.1 船舶因素

KMST初次事故报告显示,“MILANO BRIDGE”轮空载进港,船上没有装载货物,螺旋桨有三分之一露在水面之上。螺旋桨沉深对于其推力和转船力矩影响很大。当螺旋桨桨叶露出水面后,在主机转速和舵角大小相同的情况下,

其推力和转船力随着沉深减小而减小,螺旋桨的推进效率将随之降低。主机倒车时与进车时具有相同的特性。以直径 $=1.2$ 米,盘面比 $=0.6$ ,螺距比 $=0.75$ 的MAU型螺旋桨进行试验,螺旋桨推力及力矩结果见图3。

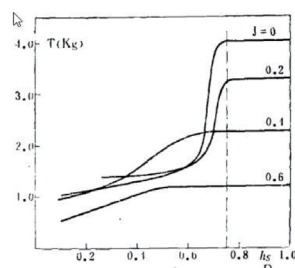


图3 螺旋桨推力(T)随沉深比变化图

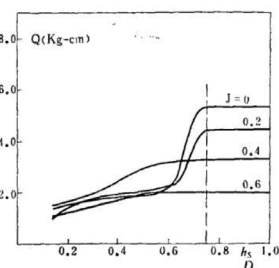


图4 螺旋桨力矩(Q)随沉深比变化图

与此同时,由于螺旋桨桨叶露出水面,螺旋桨的上方容易吸入空气,造成较大的螺旋桨沉深横向力。实践证明沉深比较小(沉深/螺旋桨直径 $< 0.65 \sim 0.75$ )时,该力比较明显。当时“MILANO BRIDGE”轮的沉深比仅为0.2左右。“MILANO BRIDGE”轮是右旋固定距螺旋桨,在进车时,沉深横向力推尾向右船首左偏,所以当右舵 $20^\circ$ 进车转向时,较大的沉深横向力作用方向正好和舵的作用力方向相反,减弱了向右的转船力,降低了向右的转向速率。螺旋桨沉深横向力见图5。

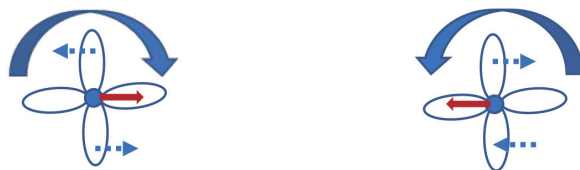


图5 螺旋桨沉深横向力(由船尾向前看)

### 2.2 外部环境因素

外部环境因素主要包括风的影响因素和流的影响因素。

#### 2.2.1 风的因素

从“MILANO BRIDGE”轮进入港池到1439时,港区东南风,风速约4~6节;1440时转为东南东风,风速增大至9节左右;1442时转为东北风,风速继续增大至14节左右。在此期间,风几乎一直作用于本船的右舷。受风作用力的影响,船舶加速了向码头方向的漂移速度。由于操纵不当造成与码头的横距不断减小。尽管风力最大时只有14节,但是对于仅纵向受风面积就近

7000 平方米的集装箱船来说, 漂移速度比散货船等船型要大的多。漂移速度可以根据经验公式进行估算:

船舶空载时  $AL/(L \cdot d) \approx 1.8$   $v \approx (1/20) \cdot V_a$

船舶满载时  $AL/(L \cdot d) \approx 0.8$   $v \approx (1/30) \cdot V_a$

AL—船体水线以上侧投影面积 ( $m^2$ )

L—船长

d—吃水

v—漂移速度

$V_a$ —相对风速

当“MILANO BRIDGE”轮吃水为 7.1 米时, 船体水线以上侧投影面积约为 7000 平方米,  $AL/(L \cdot d) \approx 2.70$ , 1442 时的相对速度约 7.5 米/秒, 所以此时的风致漂移速度要大于 0.375 米/秒。

### 2.2.2 流的因素

釜山新港在 4 月 6 日的第二次低潮时为 1310 时, 低潮潮高为 -0.1 米; 第二次高潮时为 1942 时, 高潮潮高为 1.2 米。“MILANO BRIDGE”轮在 1434 时进入港池, 正值涨潮过程中, 流向和本船前进方向一致(顺流)。船舶顺流航行时, 舵效会变差, 航速会增加。因此, 顺流进港与减速的操纵意图恰恰相反, 不利于减速和转向。向右转向一定角度后, 本船右舷受流压的影响, 流压力矩的作用使船舶向迎流舷转向变得困难, 舵效变差。虽然本船最大吃水为 7.1 米, 但是随着船速的降低, 风作用力和流作用力方向相同, 大小相加, 使得压向码头方向的漂移量尤其严重。

### 2.3 人的因素

人的因素主要包括船长的因素和引航员的因素。

#### 2.3.1 引航员因素

根据船长提供的事实记录看出, 引航员不了解船舶技术资料, 无法根据资料、技能与经验做出正确的判断, 进而采取正确的操纵行动, 失误和事故链渐渐形成。操纵船舶的行动实质上是安全控制船舶。船舶进港靠岸就是控制船舶安全地由海上全速到速度为“0”的减速过程。KMST 初次事故报告显示引航员在 1439 下令停车, 淌航仅 1 分钟后下令微速前进, 3 分钟之后下令港内全速前进, 5 分钟之后下令海上全速前进, 直至碰撞发生后下令紧急全速倒车, 中间并没有采取任何的减速措施。主机倒车是船舶最有效的减速

措施, 其他减速措施可作为辅助手段, 如拖轮减速、抛锚减速等。由于引航员没有采取适合当时环境和情况的操纵行动, 使得失误和事故链进一步发展。引航员未能充分发挥现有机器设备和外部协助拖轮的能动性。在 1442 时已发现船位向左漂移严重, 紧迫局面早已形成, 与系泊船有碰撞危险, 碰撞随时可能发生, 引航员非但没有采取补救措施, 如右满舵、拖轮协助或者艏侧推协助向右转向等远离码头, 反而采取了加速操纵行动, 未使用安全航速, 最终导致失误链和事故链形成, 发生碰撞事故。

#### 2.3.2 船长因素

船长是船东的代表人, 船舶的最高指挥官。引航员是熟悉当地港区环境和水文气象条件的专业技术人员, 专门为船舶提供引航技术服务。SOLAS 公约 S74/04 修正案 34-1 明确赋予船长在海上人命安全和保护海洋环境方面的绝对权力, 即使船舶在引航的情况下, 船长驾驶船舶和管理船舶的责任不因引航员引领而解除。很显然, “MILANO BRIDGE”轮船长并没有行使船长本应拥有的权力, 存在安全管理过失, 未能承担起船长职责, 对本次事故负有不可推卸的责任。首先, 船长未能和引航员建立有效的沟通, 未能就引航方案进行探讨, 必要时可对引航方案进行合理的修改。其次, 船长在已经发现引航员处于惊慌失措的状态、语无伦次下达口令的前提下, 未能及时提醒、制止引航员的操纵行为, 除了操纵艏侧推一次, 未采取任何其它行动。最后, 船长未能对当时的情况和局面做出正确的判断, 未能对引航员的操纵行动进行检查和监督, 其他船舶驾驶人员也未能发挥团队协作作用, 造成包括引航员在内的整个“MILANO BRIDGE”轮驾驶人员情景意识丧失, 未能及时发现和中止失误链或者事故链。

### 3 事故教训

船舶在大海上航行会面临各种各样的风险。引航员引领船舶进出港口时, 会面临狭水道、复杂航道、水流多变、密集交通流等更加复杂的海区环境, 船舶驾驶人员操纵船舶的难度和风险会更大。根据 2019 年 1 月 18 日船东互保协会 (Swedish Club) 发布的《索赔概览》有关数据可以看出, 在报告统计时间范围内发生的船舶碰撞事故中, 30% 的船舶有引航员在船; 66% 的触



碰事故和 58% 的搁浅事故有引航员在船。该报告同时指出许多事故都是错误的决策造成的, 本次碰撞事故也是如此, 非常值得我们深思。

3.1 作为船长, 对船舶的安全航行具有法定的最高权力, 应当吸取本次碰撞事故教训, 运用各种驾驶资源保证船舶处于安全状态。

3.1.1 船长有责任保证船舶处于最佳的操纵性能状态。螺旋桨未完全浸没会造成推进效率降低, 航向稳定性变差, 操纵性能变差等影响。空载时螺旋桨易露出水面, 海况恶劣时影响程度更加严重。这是本次碰撞事故最主要的客观原因。KMST 调查官根据事故发生时的船舶状态、风和水流条件做了模拟试验。模拟试验显示如果当时“MILANO BRIDGE”轮的螺旋桨完全浸没到水里, 其操纵性会更好, 事故风险性会降低。

3.1.2 船长应与引航员建立良好有效的沟通。通过沟通可以初步判断引航员的业务素质和技术水平, 以便做好防范和监督。船长应主动向引航员介绍本船操纵性能、操纵数据、机器设备状况尤其是关键性设备存在缺陷的情况并索取引航员的引航方案。这样可以了解引航员的操纵意图和操纵程序, 可以按部就班地配合引航员的各种操作, 也是让引航员尽快融入驾驶台团队中的方式之一。

3.1.3 船长要时刻牢记自己是船舶安全的第一责任人, 与谁在操纵或者指挥船舶无关。许多国家涉及引航的法律如新加坡《MPA 引航法》等若干法律都有明文规定, 引航员仅仅是作为一个熟悉引航区域环境情况可以为船长提供技术服务的专业技术人员。因此当船长发现引航员的操纵行动危及到船舶安全时, 应毫不犹豫地要求引航员更改引航指令、接过船舶指挥权、中止引航、甚至更换引航员。KMST 的初次事故报告显示船长未对引航员的操纵行动提出异议。尽管船长在事实记录中说是引航员的失误, 遗憾的是船长自始至终未能凭借自己的判断做出决策并付诸于行动。

3.2 本次碰撞事故的引航员无论如何辩解, 教训都是非常深刻的。引航员有义务凭借航海专业知识、丰富的引航实践经验、精湛的引航技术水平提高引航工作服务质量, 对船舶引航安全隐患采取有效的防范措施, 保障水上人命财产安全。

3.2.1 引航员应该尊重被引船的船长。登船

后, 引航员应主动地向被引船长介绍引航方案并查看引航信息交换卡, 与船长建立有效的沟通, 让船长了解自己的引航方案、操纵意图和操作规程, 对船长提出的关于航行安全方面的建议要无条件采纳。无论船长来自哪里, 都好比是远方来的客人, 要与其建立良好的关系, 让自己尽快融入驾驶团队中去, 提高整个驾驶团队的情景意识, 发挥驾驶团队的优势, 及早发现失误链和事故链, 保障船舶引航安全。“MILANO BRIDGE”轮引航员并未向被引船长介绍任何情况, 在不了解本船操纵性能的情况下以超过正常操作规程的速度将这艘巨轮开进了港池。意外的是, 这艘船配置的恰恰是引航员们常说的“慢车不慢快车不快”主机, 操纵非常不方便, 倒车时的主机功率也只有前进时的 40%, 且从全速前进到全速后退的换向时间有 14.08 分之久。“MILANO BRIDGE”轮速度表见表 1。

表 1 “MILANO BRIDGE”主机转速及速度表

Type of Engine: MAN B & W 11S90ME-C9.2 Max. Power: 44010 Kw (58995 HP) @ 73.4RPM			
Maneuvering Eng Order	RPM/Pitch	Speed (Knot)	
		Loaded	Ballast
Full Ahead	35	11.6	12.2
Half Ahead	30	10.1	10.6
Slow Ahead	26	8.8	9.3
Dead Slow Ahead	22	7.5	8.1
Dead Slow Astern	22	Time Limit Astern : 1.0 Min	
Slow Astern	26	Full Ahead to Full Astern: 14.08 Min	
Half Astern	30	Max. No. of Consecutive Starts: 14 Times	
Full Astern	35	Minimum RPM: 20 with 6.7 Knots	
		Astern Power: 40 % of Ahead	

3.2.2 引航员应该严格按照引航方案谨慎引航。引航方案是引航员根据船舶代理人提供的船舶资料事先准备的行动计划, 可能存在资料不全甚至错误的地方, 因此引航员应该根据船舶实际情况适当更改引航方案, 以确保引航安全。如果“MILANO BRIDGE”轮引航员仔细查看船舶资料, 应该不难发现本轮螺旋桨浸没不足 70%, 属于被引船舶不适航的情况, 即使已登船, 也可以根据相关规定, 有权拒绝、暂停或者终止引航, 则本次碰撞事故可能就会幸免。引航员在操纵“MILANO BRIDGE”轮时未使用安全航速, 违反了《1972 年国际海上避碰规则》第六条之规定, 导致未能采取适当而有效的避碰行动将船在适当位置停住。KMST 调查结果显示, “MILANO BRIDGE”轮是以超过平常其他类似船舶 2 节的速度进港的, 接近码头时的速度为 8 节而不是平常其他类似船舶的 6 节。KMST 调查官做过模拟试验后发现, 如果当时接近码头时的速度为 7 节,

将不会发生碰撞事故。

#### 4 结语

船长和引航员都是专业技术人员，一个熟悉本船操纵性能，一个熟悉本地港区环境条件，都要吸取本次碰撞事故教训，取长补短，时时刻刻要保持高度的情景意识，团结一致共同应对各种复杂局面，运用各自丰富的理论知识和实践技能对局面做出正确的判断，做出正确的决策，确保船舶引航安全。

#### 参考文献：

- [1] KMST. The MOF' s Korean Maritime Safety Tribunal, MSQ Accident News(No.31),Ref#:MSQ-070/20,9th April 2020.
- [2] 房希旺, 何欣, 杨林家. 船舶操纵 [M]. 大连海事大学出版社, 2012.9.
- [3] 饶滚金. 职务与法规 [M]. 大连海事大学出版社, 2012.9.
- [4] 朱金善. 船舶避碰 [M]. 大连海事大学出版社, 2012.9.

## Analysis and Reflection of MILANO BRIDGE Vessel Collision Accident

GUO Dian—sheng

( Yantai Port Pilot Station, Yantai264000, China )

**Abstract:** KMST's initial maritime report on the MILANO BRIDGE collision and the Captain's Statesmen of Facts show that the main cause of the collision is the insufficient depth of the propeller leading to insufficient ship handling performance. However, both the captain and pilot made serious operational mistakes in this collision. They should draw lessons from this accident to ensure the safety of navigation and pilotage and avoid the occurrence of similar accidents.

**Key words:** captain, pilot, propeller, insufficient depth, speed, safe speed