

波浪与两相连浮体的相互作用

勾莹, 滕斌, 宁德志

(大连理工大学海岸和近海工程国家重点实验室, 辽宁大连 116024)

[摘要] 应用边界积分方程方法研究了波浪与2个相连三维浮体的相互作用问题。计算中考虑了浮体相互间的水动力干涉, 通过联立各浮体的运动方程以及运动连续条件求得浮体运动量。计算了2个铰连接漂浮方箱组成的系统, 同Newman的结果进行了对比, 当入射波的频率不在系统的自振频率附近时, 结果与Newman的结果吻合良好, 在自振频率附近时, 铰接点处的转角和垂向位移都发生快速变化, 而Newman未提到这一现象。

[关键词] 边界积分; 水动力影响; 运动响应

[中图分类号] O353.2 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2004)07-0075-06

1 前言

多体系统在固体结构中有较早的研究, 如机械和航空航天领域。与固体结构相比流体中的多体结构更为复杂, 主要体现在结构与流体间的耦合和结构之间的干涉上。

在2个物体水动力相互影响的问题上, Kodan^[1]采用切片理论研究了斜向波浪作用下2个平行细长物体的水动力影响。Fang和Kim^[2]也采用切片理论将2个漂浮平台结构按二维问题处理, 然后应用奇点分布法计算了2个物体间的相互作用和影响。Kokkinowrachos等^[3]用奇点分布法计算了2个物体上的漂移力, 并和实验数据进行了比较。Lee和Choi^[4]也采用奇点分布的方法计算了波浪与漂浮的生产存储或装卸系统(FPSO)——运输油轮系统的相互作用问题。Chen和Mahrenholtz^[5]则运用了边界积分方法, 计算了二维情况下由弹簧连接的2个漂浮半圆柱的相互作用, 由于他们没对积分方程中的固角值做特别处理, 该方法仅适用于光滑物体, 在连接方式上缺少通用性。Newman^[6]也采用边界积分的方法, 计算2个相同的漂浮方箱铰连接运动响应, 对于这一特

殊的结构形式他把2个铰接方箱作为有7个自由度的系统来计算, 可以大量地降低计算机的计算量和存储量, 但也限制计算方法的通用性, 使其无法应用于以不同方式连接的不同尺寸、不同形状的多浮体问题。沈庆、陈徐均^[7]在求多浮体系统的波浪运动响应时, 把铰连接的多浮体系统作为铰连接无根数系统, 用多刚体力学方法进行运动学分析, 这种方法主要考虑了浮体系统的运动学方程, 但没有考虑浮体间的水动力影响。此外Leonard等^[8]、Chen等^[9]也用有限元法来计算两物体系统。

笔者采用边界积分的方法, 计算2个浮体组成的浮体系统在规则波作用下运动响应的频域解。通过边界积分方程求出系统的辐射势, 进而求出物体运动时产生的附加质量和辐射阻尼。由于2个物体的相互作用, 所以作用在每个物体上的附加质量和辐射阻尼都由两部分组成。设系统内有A、B两物体, A物体受到的附加质量和辐射阻尼一部分是A物体自身运动产生的, 另一部分则是由系统内另一物体B运动而对A产生的。边界积分方程采用Teng和Eatock Taylor^[10]的方法得到, 应用高阶边界元法并在物体内部增加积分方程以消除奇异积分和固体角, 这种方法可得到任意2个物体组成的系

[收稿日期] 2003-07-30; **修回日期** 2003-10-15

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(50025924); “八六三”高技术发展计划资助项目(2002AA602011)

[作者简介] 勾莹(1977-), 女, 辽宁盘锦市人, 大连理工大学博士研究生

统在规则波作用下的水动力影响及运动响应的频域解,适用于任意形状的物体及任意的连接方式。高阶边界元法可减少网格的划分数量,节省计算时间,提高计算精度。

2 积分方程

假定流体为无旋、无粘、不可压缩的理想流体,流体满足势流理论,入射势已知,波高足够小,波浪满足线性理论。考虑2个浮体通过某种方式连接在一起组成的系统(见图1),整体坐标和2个局部坐标的选取见图2。

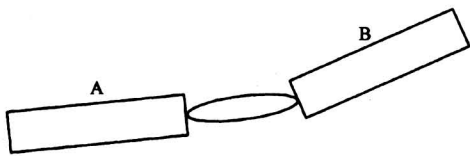


图1 两物体连接示意图

Fig.1 Sketch of two connected barges

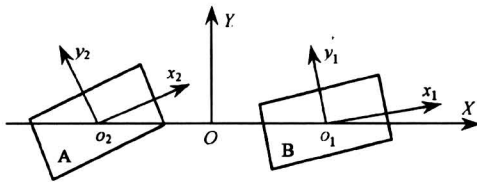


图2 整体坐标和局部坐标示意图

Fig.2 Coordinate systems

对水深 d 中2个二次可导的函数 u 和 v , 应用第二格林公式可得积分方程

$$\iiint_{\Omega} [u \nabla^2 v - v \nabla^2 u] dV = \iint_S \left(u \frac{\partial v}{\partial n} - v \frac{\partial u}{\partial n} \right) dS \quad (1)$$

其中 $S = S_B + S_F + S_D + S_{\infty}$, S_B 为物面, S_F 为自由水面, S_D 为水底面, S_{∞} 为无限远处水柱面, n 为物面的单位法向量, 指出流体为正。

令 $\phi = u$ 为速度势函数, $G = v$ 为源点在 (x_0, y_0, z_0) 的格林函数, 满足下列控制方程和边界条件:

$$\begin{aligned} \nabla G(x, x_0) &= \delta(x - x_0)\delta(y - y_0)\delta(z - z_0), \\ &-d < z < 0, \\ G_z &= \omega^2 G/g, z = 0, \\ G_z &= 0, z = -d, \\ G_r &= 0, r \rightarrow \infty \end{aligned} \quad (2)$$

式中 ∇^2 是拉普拉斯算子符, $\delta(*)$ 是狄拉克函数, 满足上述条件的格林函数 G 由 John (1950) 导得

$$G = -\frac{1}{4\pi} \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{r_{31}} \right) + \frac{1}{4\pi} \int_0^{\infty} \frac{2(v + \mu)e^{-\mu d} \cosh \mu(z + d) \cosh \mu(z_0 + d)}{v \cosh \mu d - \mu \sinh \mu d} J_0(\mu R) d\mu$$

其中 $r = [R^2 + (z - z_0)^2]^{1/2}$, $r_{31} = [R^2 + (z + z_0 + 2d)^2]^{1/2}$, $v = \omega^2/g$, $R = [(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2]^{1/2}$, 则积分方程可写为

$$\alpha \phi(x_0) - \iint_{S_A + S_B} \frac{\partial G(x, x_0)}{\partial n} \phi(x) ds = - \iint_{S_A + S_B} \frac{\partial \phi(x)}{\partial n} G(x, x_0) ds \quad (3)$$

积分方程式(3)虽然应用简单,但固体角 α 随着 x_0 的位置不同有不连续的值,当 $x \rightarrow x_0$ 时,格林函数及其空间导数还存在奇异性,其直接积分很难得到精确值。采用 Teng 和 Eatock Taylor^[10] 的方法,对于漂浮物体在内域得到另一个积分方程

$$(1 - \alpha) \phi(x_0) + \iint_{S_A + S_B} \frac{\partial G_0(x, x_0)}{\partial n} \phi(x_0) ds = 0 \quad (4)$$

其中 $G_0 = -(1/r + 1/r_1)/4\pi$, $r_1 = [R^2 + (z + z_0)^2]^{1/2}$ 。

将式(3)和式(4)相加,得一新积分方程

$$\phi(x_0) - \iint_{S_A + S_B} \left[\frac{\partial G(x, x_0)}{\partial n} \phi(x) - \frac{\partial G_0(x, x_0)}{\partial n} \phi(x_0) \right] ds = - \iint_{S_A + S_B} \frac{\partial \phi(x)}{\partial n} G(x, x_0) ds \quad (5)$$

方程式(5)中不存在固体角 α , 所以不论源点在流体中、物面上或物体内部,积分方程都是一致的。另外,当场点与源点重合时,物面上格林函数空间导数的奇异核可自动抵消掉,可直接应用高斯积分公式求解。

3 绕射势和辐射势

在规则波作用下速度势 ϕ 可写成

$$\phi(x, t) = \text{Re} \phi(x) e^{i\omega t}, \quad (6)$$

复速度势 ϕ 可分解为入射势 ϕ_I 、绕射势 ϕ_D 和辐射势 ϕ_R :

$$\phi = \phi_I + \phi_D + \phi_R = \phi_I + \phi_D + \sum_{j=1}^{12} -i\omega\xi_j\phi_j \quad (7)$$

其中 ϕ_j 当 $j=1, \dots, 6$ 时为 A 物体单位运动产生的辐射势, $j=7, \dots, 12$ 时为 B 物体单位运动产生的辐射势, ξ_j 当 $j=1, \dots, 6$ 时为 A 物体运动振幅, $j=7, \dots, 12$ 时为 B 物体运动振幅。当速度势满足边界条件时, A, B 物体表面应用物面条件为

$$\frac{\partial\phi_D}{\partial n} = -\frac{\partial\phi_I}{\partial n} \quad (8)$$

$$\frac{\partial\phi_j}{\partial n} = \begin{cases} [n_j^A \ 0], j = 1, 2, \dots, 6, \\ [0 \ n_{j-6}^B], j = 7, 8, \dots, 12 \end{cases} \quad (9)$$

由式 (5)、式 (8) 和式 (9) 可求出绕射势和辐射势。辐射势产生附加质量和辐射阻尼, 入射势和绕射势产生激振力。

4 系统的运动响应

物体的运动响应幅值需通过刚体运动方程确定:

$$-\omega^2 M\xi - i\omega B\xi + K\xi = f + f_m + f_e \quad (10)$$

式中 M 为物体的质量矩阵, B 为物体的阻尼矩阵, K 为系泊系统的刚度矩阵, f 为流体作用力, f_m 为物体的重力部分, 在 Z 方向上的分量为 $-Mgn_3$, M 为物体的质量, 其他分量为零, f_e 为来自外部系泊系统的静力部分。流体作用力可通过物体湿表面上的流体压强积分求得。考虑到静水压力、重力、外部静系泊力作用下物体处于静止状态, 式 (10) 可改写为

$$(-\omega^2(M+a) - i\omega(B+b) + (K+C))\xi = f_{ex} + f_e \quad (11)$$

其中 f_{ex} 为激振力, C 为恢复力矩阵, a 为附加质量矩阵, b 为辐射阻尼矩阵。忽略系统的阻尼阵 (即 $B=0$)、浮体不受到外部约束的束缚 (即 $K=0$)、A, B 两物体分别满足的运动方程为

$$(-\omega^2(M_A + a_{AA}) - i\omega b_{AA} + C_A)\xi_A + (-\omega^2 a_{AB} - i\omega b_{AB})\xi_B = f_{exA} + F_L \quad (12)$$

$$(-\omega^2(a_{BA} - i\omega b_{BA})\xi_A + (-\omega^2(M_B + a_{BB}) - i\omega b_{BB} + C_B)\xi_B = f_{exB} - F_L \quad (13)$$

其中 f_{exA} , f_{exB} 分别是物体 A 和 B 上受到的波浪力和力矩, M_A , M_B 分别是物体 A 和 B 的质量矩阵, C_A , C_B 分别是物体 A 和 B 的恢复力矩阵, a_{AA} , b_{AA} 是物体 A 运动时物体 A 的附加质量和辐射阻尼, a_{BB} , b_{BB} 是物体 B 运动时物体 B 的附加质量和辐射

阻尼, a_{AB} , b_{AB} 是物体 A 运动时对物体 B 产生的附加质量和辐射阻尼, a_{BA} , b_{BA} 是物体 B 运动时对物体 A 产生的附加质量和辐射阻尼 (2 个物体水动力的相互影响主要体现在附加质量和辐射阻尼上), F_L 是两物体间联系对物体产生的作用力和力矩。两物体所受的约束力和约束力矩大小相等方向相反, 不同的连接形式 F_L 的表达式不同, 对于铰连接或滑槽连接, 如果不能限制物体某一方向的运动, 则该项约束力或力矩就为零, 对于柔性的弹簧连接, F_L 等于弹簧刚度矩阵与物体位移的乘积。

以刚性铰连接的两物体 (见图 1) 为例。对于这两物体只有绕 Y 轴的相对自由转动, 对应地铰连接的约束力分量为

$$F_L = (F_{L1}, F_{L2}, F_{L3}, F_{L4}, 0, F_{L6})^T \quad (14)$$

这样, 式 (12) 和式 (13) 中有 17 个未知数, 而方程数仅有 12 个。

考虑到铰连接处的位移连续条件, 通过 2 个局部坐标系分别求得连接点处位移和转角的方程为,

$$\begin{aligned} x_{LA} + \epsilon[\xi_A + \alpha_A \times (x_{LA} - x_{0A})] = \\ x_{LB} + \epsilon[\xi_B + \alpha_B \times (x_{LB} - x_{0B})], \\ \alpha_{Ax} = \alpha_{Bx}, \alpha_{Az} = \alpha_{Bz} \end{aligned} \quad (15)$$

其中 x_{LA} , x_{LB} 是连接点分别在 2 个局部坐标中的坐标值, x_{0A} , x_{0B} 分别是 2 个物体的转动中心在局部坐标中的坐标值, ξ_A , ξ_B 是 2 个物体的平动位移, α_A , α_B 是两物体的转动角位移, α_{Ax} , α_{Bx} , α_{Az} , α_{Bz} 分别是 A, B 两物体角位移在 X 和 Z 方向上的分量。

式 (12)、式 (13) 和式 (15) 共有 17 个未知量, 17 个线性方程, 因此可求解两物体的运动响应和铰接约束力。如果物体间没有连接则由式 (12) 和式 (13) 即可求出物体的运动响应。

5 数值分析

5.1 刚性连接

采用和 Newman 相同的算例, 在无限水深的情况下, 波浪入射角与 X 轴正向夹角为 0° , 采用无因次化的方程计算。取 2 个相同的方箱组成的系统, 每个方箱长 40 m, 宽 10 m, 高 10 m, 吃水深 5 m, 质量均匀分布, 两方箱有绕 Y 轴的相对转动, 间距 10 m, 如图 3 所示, 在每个方箱表面划分单元, 求解积分方程时采用高阶边界元方法, 为了保证方法的通用性, 不利用结构的几何对称简化。为了验证数值方法的收敛性, 划分了 2 种网

格, 第一种为 $8 \times 4 \times 2$ 个单元, 2 个方箱共 160 个单元, 第二种划分为 $24 \times 12 \times 6$ 个单元, 在垂向上为余弦网格, 2 个方箱共 1 400 个单元。Newman 采用 WAMIT 计算, 每个方箱长、宽和水深方向划分 $32 \times 16 \times 8$ 个单元, 2 个方箱共 2 560 个单元, 利用结构的几何对称简化, 实际计算中仅在 $1/4$ 物面上划分单元。

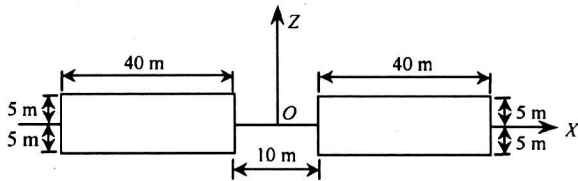


图3 铰连接方箱示意图

Fig.3 Sketch of the hinged barges

通过数值计算, 对 2 个方箱的相对转角和 2 个方箱在连接点处的升降位移与 Newman 的结果进行了比较。图 4 纵坐标为 2 个方箱的相对转角, 它除以波陡 kA 使无因次化, T 为周期, 图 5 纵坐标为两方箱连接点处的升降位移, 它除以入射波幅 A 使无因次化。从图 4 和图 5 中可看出, 在低频部分的结果与 Newman 结果符合得很好, 随着单元划分数量的增加, 在高频部分曲线最高值逐渐逼近 Newman 的结果, 但是高频部分周期在 $5 \sim 6.2$ s 之间有一个波动, Newman 的值则平滑上升, 增加单元划分数量后波动仍未消除。

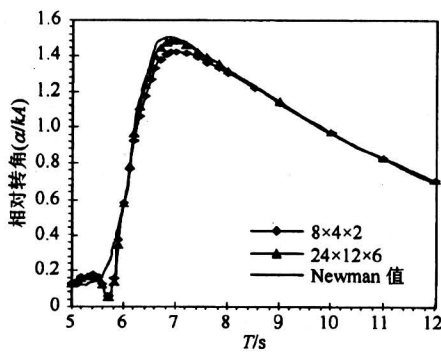


图4 两个方箱的相对转角

Fig.4 Relative angular deflection

计算系统中 2 个方箱绕 Y 轴相对转动的自振频率, 公式为

$$| -\omega^2(\mathbf{M}_{7 \times 7} + \mathbf{a}_{7 \times 7}) + \mathbf{C}_{7 \times 7} | = 0 \quad (16)$$

式 (16) 中, 把系统作为一个整体, 共有 7 个自由度, 包括两物体刚性连接时的 6 个自由度和两物体

相对转动的一个自由度。 $\mathbf{M}_{7 \times 7}$ 为物体的质量矩阵, $\mathbf{C}_{7 \times 7}$ 为恢复力矩阵, $\mathbf{a}_{7 \times 7}$ 为相应入射周期的附加质量矩阵, 式 (16) 中忽略了附加阻尼的影响。由式 (16) 得出: 当入射周期在 $5 \sim 6.2$ s 之间变化时, 自振角频率在 $1.0532 \sim 1.0545 \text{ s}^{-1}$ 之间变化, 对应的自振周期在 $5.9584 \sim 5.9658$ s 之间变化, 因此可得出, 图 4 和图 5 中的波动是由于入射波的周期与物体的自振周期接近而导致的。

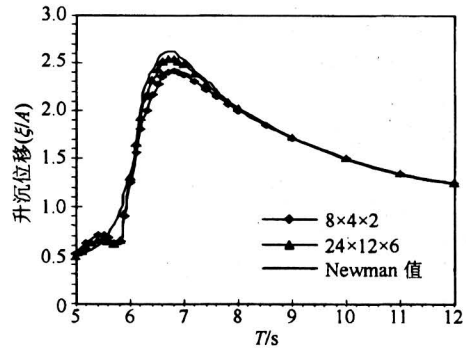


图5 连接点处的升降位移

Fig.5 Heave amplitude at the hinged joint

取单元划分为 $24 \times 12 \times 6$ 的网格, 对于波浪的入射方向而言把两方箱分为迎浪方箱和背浪方箱。从图 6 和图 7 可看出, 两方箱无论是迎浪还是背浪, 它们的纵摇转角和升降位移都相差不大, 但是相位角不同。

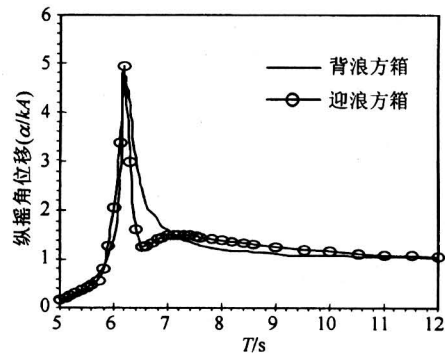


图6 两方箱纵摇角位移

Fig.6 Angular deflections of two barges

5.2 柔性连接

物体间采用弹簧连接, 如图 8 所示, 弹簧刚度 K , D 为弹簧连接点与物体转动中心的垂向距离。采用同上例相同的两个方箱, 单元划分为 $8 \times 4 \times 2$, 方箱间采用弹簧连接, 弹簧刚度 K 分别取 0, 980 kN/m, 4900 kN/m, 此例中 D 为零, 所以弹

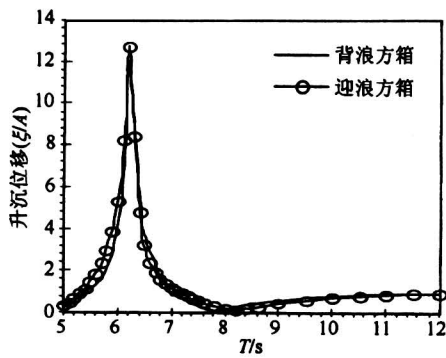


图7 两方箱升沉位移

Fig.7 Heave amplitudes of two barges

簧的影响主要体现在对水平位移产生的影响，结果中比较了两个方箱的水平位移、纵摇角位移及弹簧力。

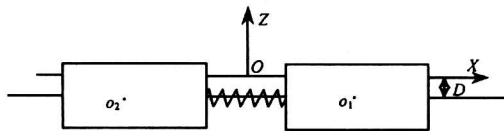


图8 弹簧连接方箱示意图

Fig.8 Sketch of two barges connected with spring floating on water

计算中弹簧的刚度矩阵取^[5]

$$c = \begin{bmatrix} K & 0 & 0 & 0 & KD & 0 & -K & 0 & 0 & 0 & -KD & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ KD & 0 & 0 & 0 & KD^2 & 0 & -KD & 0 & 0 & 0 & -KD^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (17)$$

则每个方箱受到的连接约束力为

$$F_{L6 \times 1} = c_{6 \times 12} \xi_{12 \times 1}$$

从图9和图10中可看出在一定范围内弹簧刚度对水平位移的影响很小，只有当弹簧的刚度很大时才在低频部分对水平位移产生明显的影响。因为此例中物体尺度较大，弹簧对物体产生的作用力与物体受到的激振力相比很小，在一定范围内可忽略弹簧对水平运动的影响。

图11和图12分别为背浪方箱和迎浪方箱的纵摇角位移比较。弹簧连接点与物体转动中心的垂向距离为零，因此弹簧对纵摇运动的影响很小，从图中也可看出只有当周期较大时纵摇角位移才有很小的变化。图13为不同弹簧刚度时弹簧的受力图，

纵坐标为弹簧力，它除以 $\rho g a b A$ 使无因次化， a ， b 分别为方箱的长和宽。

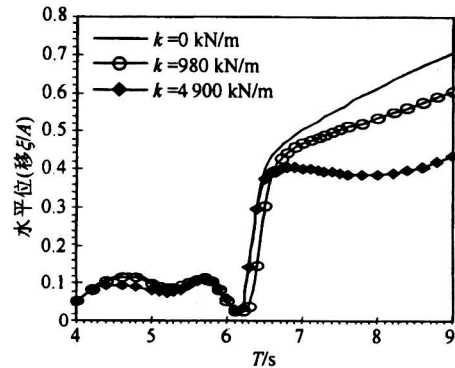


图9 背浪方箱的水平位移

Fig.9 Sway response of the leeside barge

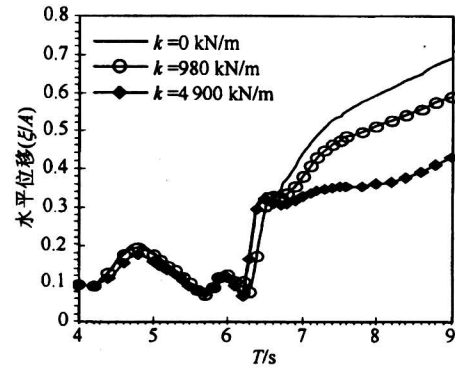


图10 迎浪方箱的水平位移

Fig.10 Sway response of the weather side barge

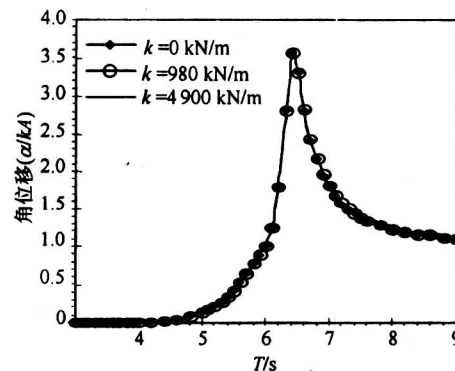


图11 背浪方箱纵摇角位移

Fig.11 Pitch deflection of the leeside barge

6 结语

应用边界积分方程方法建立了波浪与两相连浮体相互作用的分析方法，该方法考虑了物体间的水

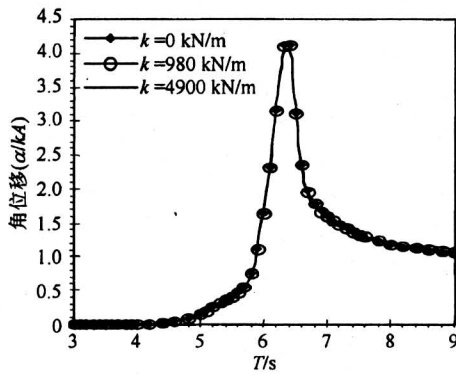


图 12 迎浪方箱纵摇角位移

Fig.12 Pitch deflection of the weather side barge

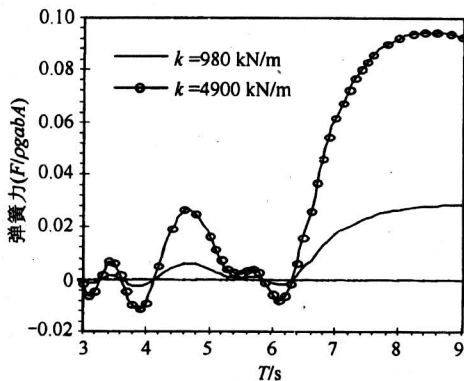


图 13 弹簧受力

Fig.13 Tensile force of the spring

动力干涉问题，物体运动量通过各物体的运动方程和之间联系的约束条件确定。用该方法对 2 个铰链连接和弹簧连接的漂浮方箱做了计算，结果表明：

1) 通过有效地选取积分范围，计算波浪与单物体相互作用的边界积分方法可用于解决波浪与 2 个任意形式相连物体的相互作用上，这一方法可推广到波浪与多个相连物体的相互作用中。

2) 对于波浪与两铰链连接漂浮方箱组成系统，在低频处的结果与 Newman 结果吻合良好，随着频率的增加，为得到收敛的结果需要更多单元。在方箱关于铰转动的自振频率处，计算的铰接点处转角和垂向位移发生快速变化，而 Newman 未提到这一现象。

3) 在一般频率下，铰接处的垂向位移和方箱关于铰的转角不是很大，但在方箱铰转动的自振频率处，铰接处的垂向位移和方箱关于铰的转角迅速增大。

4) 对于弹簧相连的 2 个方箱，当弹簧刚度较小时弹簧刚度对方箱水平位移的影响很小。随着弹簧刚度的增大，低频区域对方箱水平位移产生明显的影响。

参考文献

- [1] Kodan N. The motions of adjacent floating structures in oblique waves [A]. Proceedings of the Third International Offshore Mechanics and Arctic Engineering Symposium [C]. New Orleans, LA: ASME, February 1984, 1: 206~231
- [2] Fang M C, Kim C H. An analysis of water shipping between two floating platforms in the beam waves [J]. Journal of Offshore Mechanics and Arctic Engineering, 1987, 109: 179~185
- [3] Kokkinowrachos K, Bardis L, Mavrakos S. Drift forces on one-and two-body structures in regular waves [A]. Proceedings of the 3rd Behaviour of Off-Shore Structures International Conference (Boss 82) [C], 1983. 467~487
- [4] Lee D H, Choi H S. The motion behavior of shuttle tanker connected to a turret-moored FPSO [A]. Proceedings of the Third International conference on Hydrodynamics [C]. Seoul Korea, October 1998, 1: 173~178
- [5] Chen S, Mahrenholtz O. Interaction of water waves and floating twin cylinders in beam waves [J]. Applied Ocean Research, 1992, 14: 371~379
- [6] Newman J N. Wave effects on deformable bodies [J]. Applied Ocean Research, 1994, 16: 47~59
- [7] 沈庆, 陈徐均. 系泊多浮体系统波浪运动响应的动力学分析 [J]. 解放军理工大学学报, 2002, 1(4): 31~36
- [8] Leonard J W, Huang M C, Hudspeth R T. Hydrodynamic interference between floating cylinders in oblique seas [J]. Applied Ocean Research, 1983, 5: 158~166
- [9] Chen S, Mahrenholtz O, Zhu T. Gravity waves and their interaction with floating twin bodies [A]. Proceedings of 10th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering, Part B [C]. ASME 1991, 1: 481~487
- [10] Teng B, Eatock T R. New higher order boundary method for wave diffraction/radiation [J]. Applied Ocean Research, 1995, 17: 71~77

(下转第 93 页)

The Engineering Characteristics and Design of the Crushed Stones and Earth as Impervious Material for the Dam in Qiaoqi Hydropower Station

Wang Shougen

(*Chengdu Hydroelectric Investigation & Design Institute of State Power Corporation, Chengdu 610072, China*)

[**Abstract**] The dam of Qiaoqi Hydropower Project is 123m high, in which it is the first time for the spreading gradation crushed stone-earth to be adopted as the impervious material for so high an earth – rock dam in China. Study about the engineering application is conducted. First, a lot of experiments about the engineering characteristics are done indoors to analyze the feasibility for this kind of material in whole material storage, based on which, the control standards of design and construction are recommended. Second, the representative earth sample is selected to verify if the control standard is reasonable by rolling experiments on site. Finally, the three – dimension stress and strain and seepage about the dam body and foundation are calculated to analyze the rationality of the control standard for these materials and the safety factor of the dam under all the actions together. This article states the methods, process and results of the study on the impervious materials and proposes the design and construction control standards for the impervious material used as the core wall.

[**Key words**] Qiaoqi Hydropower Project; spreading gradation crushed stones and earth; impervious material; engineering characteristics; rolling experiment; design for earth gradation

(cont. from p. 80)

Interaction Effects Between Wave and Two Connected Floating Bodies

Gou Ying, Teng Bin, Ning Dezhi

(*State Key Laboratory of Coastal and Offshore Engineering, Dalian University of Technology, Dalian, Liaoning 116024, China*)

[**Abstract**] In this paper, boundary integral equation method is used to study the hydrodynamic interaction effects between wave and two connected floating structures. The hydrodynamic interaction between the two bodies is considered. The amplitudes of the body motions are determined according to the motion equations of the two bodies and the continuous conditions at the connection between the bodies. In order to verify this method, the heave amplitude at the hinged joint and the relative angular deflection of two floating barges, which connected by a hinge, are calculated and compared with the results from Newman. The comparison shows that the present calculation agrees well with Newman's result except at the nearby of the resonant frequency of the system. At the resonant frequency of the hinged system the present result changes quickly, but Newman did not mention the phenomenon.

[**Key words**] boundary integral method; hydrodynamic interaction effects; motion responses