

DOI: 10.3724/SP.J.1140.2008.06027

黄河口裸置管线对海床土影响范围研究

杨秀娟¹, 贾永刚¹, 远航¹, 张建², 张衍涛², 冯春健²

(1 中国海洋大学 环境科学与工程学院 青岛 266100; 2 胜利油田 胜利工程设计咨询有限公司 东营 257000)

摘要: 裸置管线在波浪和潮流等作用下, 对海床土强度和整体固结水平产生一定的影响, 而产生影响的范围还是一个悬而未决的问题。2005年8月和2006年9月, 分别对黄河口地区106钻井平台附近的一条裸置管线以及该地区海床土强度进行了现场微贯测量, 结果发现, 在该地区水动力作用下, 水平方向, 管线使得其两侧2 m以内海床土强度降低, 均匀性变差, 尤其是降低了0~40 cm深度海床土的强度, 并使得其非均匀化程度加剧, 使海床土出现成层现象。该研究成果为波浪-管线-土相互作用研究提供了典型实例, 并对工程实践提供了借鉴。

关键词: 裸置管线; 影响范围; 贯入阻力; 非均匀化; 黄河口

中图分类号: P753

文献标识码: A

文章编号: 0256-1492(2008)06-0027-07

伴随着海洋石油的开发, 我国海洋油气事业得到了长足的发展, 在我国近海区域铺设了大量的海底管线。海底管线作为一种输送流体或气体介质的工具, 具有输送连续、效率高、输送量大、成本低等诸多优点。

在运行过程中, 海底管线会因地形或波浪、潮流淘蚀以及冲刷作用而悬空, 因海床滑坡或沉降以及土体液化导致管线失稳, 因管线覆盖层厚度不足引起管线隆起, 种种状况说明海床作为支持管线的地基对管线的稳定性有重要影响。同时, 管线的铺设尤其是裸置管线对海床必定会产生一定的影响。Lai运用了有限差分法和有限元技术研究了管线四周土体里的波浪诱发压力分布问题^[1]; Cheng和Liu考虑了多孔弹性海床两个不透水壁包围的埋地管线, 利用边界积分方程讨论管线周围波浪引起的孔隙水压力和土体应力^[2]; 基于Biot固结理论, Jeng提出管-土-波相互作用模型, 利用有限元方法研究了埋设在多孔弹性海床上管线周围孔隙水压力的变化^[3]; Jeng和Cheng在曲线坐标系下, 利用有限差分法研究管-土-波相互作用, 得到了管周的孔隙水压力分布和土体位移^[4]; 秦崇仁通过模拟实验发现管线周围存在的冲刷坑深度应该与波浪要素、管线几何特征以及管径和底床的泥沙粒径有关^[5]; 宋玉鹏通过数值模拟发现管线周围发生绕流, 流场相对集中, 加速了土体的侵蚀^[6]; 基于管线稳定性大型研究课题PIPESTAB Project, Wanger提出, 管线

的加载历史将影响其自沉陷, 并且引起在管线前面产生土的堆积, 形成一个楔形土体, 从而导致土侧阻力的增加, 并且这种土侧阻力要比用库仑摩擦理论预测的大得多^[7]; Zhang以离心机试验为基础, 进行了裸置管线的模型试验, 提出土体侧向阻力的表达式^[8]; Zen运用边界层理论研究了管线、波浪、土体之间的相互作用问题, 本构模型为多孔弹性模型, 但重点考虑了管线下方海床中的应力分布问题^[9]。夏令等利用VOF法模拟波浪运动, 并采用标准 $k-\epsilon$ 湍流模型计算了平底固壁面上没有管线存在和有管线存在两种情况下的壁面剪切应力, 通过比较给出管线存在对底床侵蚀产生的影响^[10]; 栾茂田在波浪作用下孔隙海床-管线相互作用分析中假设管线的存在仅影响管线附近一定范围内的海床, 并通过数值计算发现管线的存在仅影响管线附近的孔隙水压分布, 但是并没有给出影响的具体范围^[11]。裸置管线随波浪和潮流的往复运动而左右摆动并上下浮动, 对海床土产生扰动, 这种扰动使海床土的抗力大大降低, 并使得海床土整体的均匀性变差^[12], 并且震害调查发现, 在不均匀场地中, 管线的破坏机率明显高于均匀场地^[13-14], 因此确定管线的影响范围, 了解海床土的均匀程度变化已经成为急待解决的问题。

本文基于2005年8月5日和2006年9月5日, 对黄河口地区106钻井平台附近的一条裸置管线的观测, 以及对该地区海床土强度的测量结果, 初步探讨裸置管线在波浪作用下对海床土的影响范围, 为波浪-管线-土相互作用研究提供典型实例, 并为工程实践提供借鉴。

1 研究区特征

研究区位于现代黄河三角洲北部, 是黄河

基金项目: 国家自然科学基金项目(40472137); 中石化重点科技攻关项目(JP05007)

作者简介: 杨秀娟(1981—), 女, 博士生, 主要从事海洋沉积动力学研究, E-mail: ylinyu@163.com

收稿日期: 2008-06-06; 改回日期: 2008-10-17; 周立君编辑

1964—1976 年由刃口流路入渤海形成的(图 1a)。该地区为胜利油田海上采油区, 分布有大量的浅埋输油管线。黄河三角洲潮坪表面坡度极缓, 常小于 0.6° , 退潮时数千米的潮坪出露水面, 为在潮坪上开展工作提供了便利^[15]。

研究区表层沉积物主要粒度成分为细砂粒、粉粒和黏粒, 其平均含量分别为 44.4%、79.84% 和 15.73%; 主要矿物成分为石英、长石、方解石、白云石和部分黏土矿物, 碎屑矿物含量占 70%~80%, 其中石英含量最大, 约占 40%; 其次为长石, 约占 20%。其基本物理力学指标为: 含水率为 26.2%~27.9%, 密度为 $1.96\sim1.97 \text{ g/cm}^3$, 孔隙比为 0.73~0.76, 塑性指数为 7.6~9.9, 液性指数为 0.79~1.13, 压缩模量为 $5.42\sim10.75 \text{ MPa}$, 黏聚力为 5~13 kPa, 内摩擦角为 $3.2^\circ\sim6.4^\circ$ 。

研究管线位于胜利油田 106 钻井平台附近潮坪, 为海底浅埋管线, 埋设于 1995 年夏, 2003 年废弃。在 2005 年和 2006 年试验阶段大段管线出露在海床表面(图 1a), 2006 年实验结束后不久, 该管线被回收。管线为单层保温结构, 由内向外分别为钢管、防腐涂层、泡沫保温层和塑料防护层。钢管和防腐涂层直径 89 mm, 中间泡沫保温层厚度为 32 mm, 塑料防护层厚 75 mm, 即管径 D 为 303 mm。管线出露段长度为 120 m, 呈 NW—SE 走向, 中段裸露在海床上, 管线两端有约束桩制约管线位移, 如图 1c, d 所示。

2 现场工作

2.1 海床土强度原位测量

2005 年 8 月 5 日和 2006 年 9 月 5 日, 在该管线存在地区利用轻型静力触探进行了滩面表层土体强度的密集测试, 测试点的布置如图 1b 所示。2005 年 8 月 5 日, 以管线中轴线为 0-0 测线, 在管线两侧 10 m 范围内, 以 1 m 为间隔分别布设平行于管线中轴线的测线各 10 条, 共布设测线 21 条, 沿测线长度方向, 以 10 m 为间隔布测点, 共布点 273 个。

2006 年 9 月 5 日, 重新对管线存在地区海床土的强度进行测量。此次测量共取测线 3 条, 即管线中轴线 0-0 测线, 以及管线东西两侧 2 m 处 3-3 测线和 4-4 测线, 在测线上以 10 m 为间隔取点, 共取点 39 个。

利用沈阳建科仪器研究所生产的 WG-II 型电子普氏贯入仪, 对管线及其附近地区海床土进行了强度测试(图 1e)。仪器的最大量程为 1 000 N, 灵敏度 0.01 N, 最大贯入深度为 150 cm。各测点的贯入深度皆为 90 cm, 采用连续贯入的方式, 每 5 cm 记录一个贯入阻力值, 所得数据未进行相关土体强度指标换算, 直接利用贯入阻力值作为土体强度评价指标。

2.2 管线摆动测量

由于管线两端固定中段裸露于海床上, 所以管线随潮流的涨落而弯曲。利用全站仪以管线上表面为基点, 对涨落潮期间管线的位置进行了测量, 并实地拍摄了管线随潮流起伏照片(图 2)。由图可知, 管线随潮水涨落而摆动, 并且上下浮动。

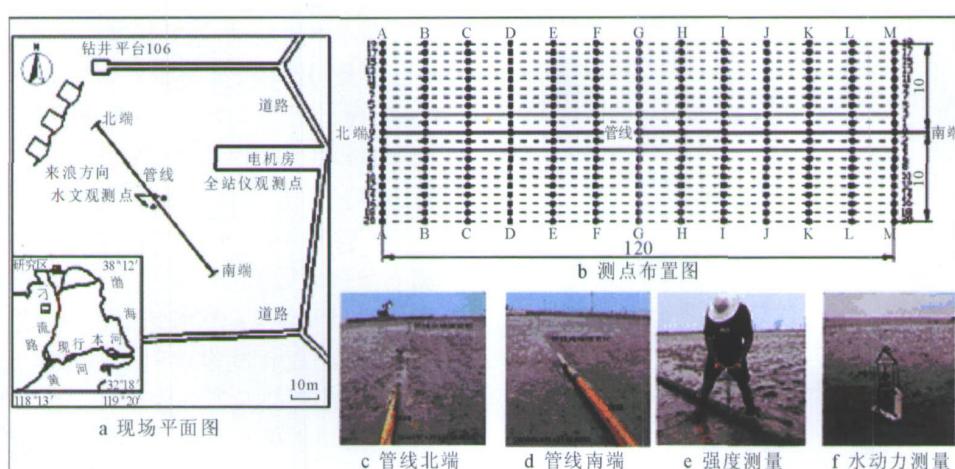


图 1 现场工作布置

Fig. 1 Layout of the site location



图2 黄河口管线位置随海洋动力状况的变化

Fig. 2 Changes of the pipeline location following the hydrodynamics

2.3 水动力测量

研究区所在海域的波浪主要为风浪, 波浪的大小随风速的改变而改变。根据统计资料, 强浪向为NE向, 次浪向为NW向。一般天气条件下波高不超过1.5 m, 极端海况下可达5.8 m。潮流基本属于正规半日潮, 最大潮流流速大于120 cm/s^[16]。2005年8月5日(天气晴朗, 微风), 以及2006年9月5日(天气晴朗, 微风), 在管线中部60 m东西两侧2 m处放置加拿大RBR公司生产的TER-2050型波潮仪, 以及日本Alec电子株式会社生产的Compact-EM流速计进行现场水位观测(图1a, f)。

3 结果与分析

3.1 管线摆动及水动力测量结果

根据2005年8月5日利用全站仪对管线摆动距离及高程进行测量, 发现管线左右摆动的幅度最大不超过1 m, 同时管线在涨落潮时上下浮动, 落潮时管线贴服在海床上, 涨潮时管线漂浮最高值可达15 cm(图3)。2005年和2006年管线附近水动力测量数据见表1。

由表1数据可知, 2005年和2006年正常天气条件下, 管线区域波浪和潮流均较弱, 即水动力条件相对较弱。在水动力条件较弱时, 仅稍稍能改变表层0~15 cm深度土体的均匀程度并不能改变土体的强度^[17], 并且在此小的海流和波浪作用下, 管线的左右摆动幅度和上下飘浮幅度都较小(图3)。

3.2 管线对海床土水平影响范围

根据2005年8月对管线作用地区所作的21条测线的微贯数据, 绘制整体海床土强度等值线三维图(图4), 对管线作用的影响范围进行初步探讨。

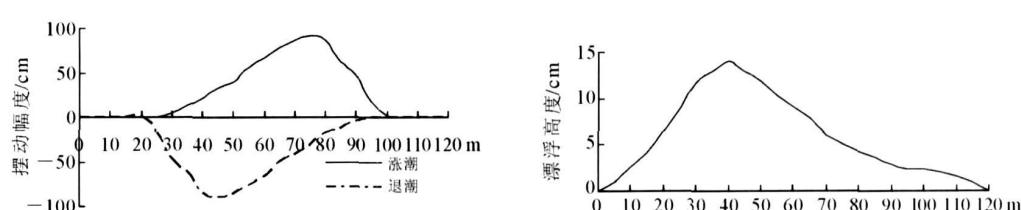


图3 黄河口管线摆动及涨潮时管线飘浮示意图

Fig. 3 Sketch of the pipeline's swing and floating

表1 黄河口管线附近水动力条件

Table 1 The hydrodynamic around the pipeline

时间	平均水深/cm	最大波高/cm	有效波高/cm	有效周期/s	平均流速/(cm/s)	状态
2005年8月5日	58	9	3.5	1.79	18.4	往复振荡流
2006年9月5日	54	2	1.0	1.88	10.5	往复振荡流

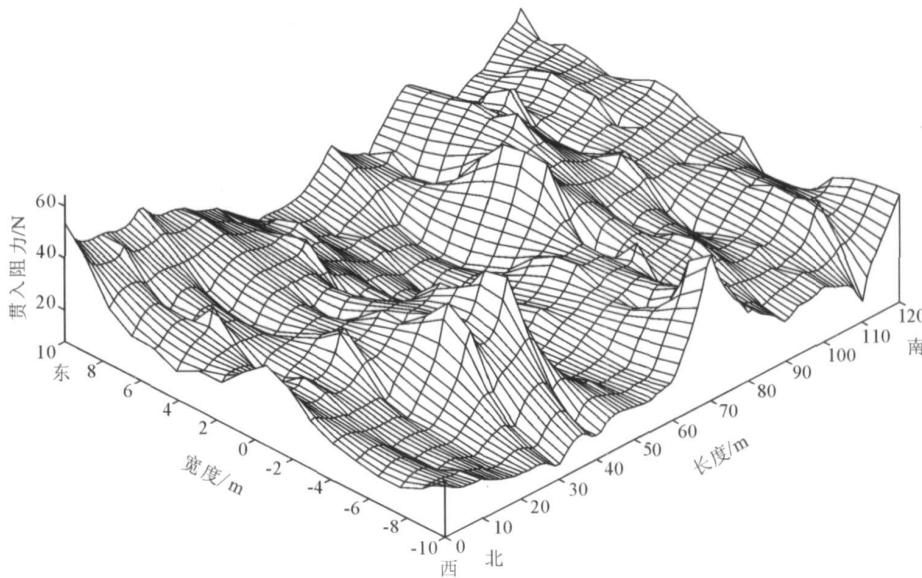


图 4 黄河口海床土贯入阻力值三维图

Fig. 4 Three dimensional figure of penetration value along depth in study site

由图 4 可以看到, 整个地区海床土强度大致呈周期性分布, 其中 3-3 测线(管线东侧 2 m)和 4-4 测线(管线西侧 2 m)围成的地区即管线中轴线及东西两侧 2 m 范围内海床土强度呈条带状分布, 北端强度稍高南端强度较低, 而东西两侧 2~10 m 范围内海床土强度北端稍低南端较高, 说明管线中轴线东西两侧 2 m 范围内海床土与两侧有较大差异。李玉成认为管线周围土体受波浪应力较为集中, 因此, 会直接影响到海床土的抗压和抗剪能力^[18], 可以初步认为管线东西 2 m 范围海床土受管线的直接影响。

对管线东西两侧 2 m 范围以及东西两侧 2~10 m 范围海床土贯入阻力进行统计(表 2), 可见 2 m 范围内海床土贯入阻力最大值、最小值和平均值均低于 2~10 m 范围海床土, 并且变异系数为 0.50, 大于 2~10 m 海床土的变异系数 0.41, 说明管线东西两侧 2 m 范围海床土和两侧 2~10 m 范围海床土强度和均匀性有显著差异, 强度较低, 均匀性较差, 可以认为是不同的作用区。王直民研究发现, 管侧土体的性质会受到管线存在的影响, 但这种影响会随着距离管道中心的增大而减小^[19], 经计算距离管道中心 $3D$ (D 为管径) 处, 土体的性质受到管道的影响已经很小, 可以忽略。此处管线直径 D 为 0.303 m, 同时, 由图 3 可知管线左右摆动的幅度最大不超过 1 m, 因此, 该管线最大影响距离为 $1.00 + 3D = 1.909$ m, 约为 2 m, 与测线数据显示的相同, 由此即可认为该管线水平影响范围为两侧 2 m。

表 2 黄河口管线作用地区海床土贯入阻力统计

Table 2 Statistical analysis of penetration value-depth in study site

位置	最大值 / N	最小值 / N	平均值 / N	标准差	变异系数	统计样本
管线两侧 0~2 m	57.08	6.72	26.38	13.31	0.50	52
管线两侧 2~10 m	64.85	7.20	28.82	11.81	0.41	233

3.3 管线影响的垂直范围

根据 2005 年和 2006 年在管线作用地区(宽 20 m, 长 120 m)进行的 0~90 cm 深度现场土体测试获得的贯入阻力值, 统计每贯入 5 cm 的贯入阻力平均值、最大值、最小值、标准差、变异系数及统计样本数见表 3, 贯入阻力的平均值随深度的变化见图 5。

从表 3 和图 5 可以看出, 按照土体的强度可以把海床土划分为 2 层, 即上部 0~40 cm 层和底部 40~90 cm 层。其中上部 0~40 cm 土体强度较小, 而 40~90 cm 为强度硬层。对比相同深度 2005 年和 2006 年的贯入阻力数据可以发现, 2006 年海床土强度明显降低, 并且其标准差和变异系数明显大于 2005 年, 由此说明, 沉积物强度的不均匀化程度发生了差异, 2006 年海床土的非均匀程度加剧了。

表 4 列出了管线水平影响范围即东西两侧 2 m 以内上下两层海床土的贯入阻力特征。可以发现, 一年来管线作用地区海床土强度部分升高、部分降

表3 黄河口贯入阻力值随深度变化统计

Table 3 Statistical analysis of penetration value with depth in study site

深度/cm	2005年8月						2006年9月					
	最大值/N	最小值/N	平均值/N	标准差	变异系数	统计样本	最大值/N	最小值/N	平均值/N	标准差	变异系数	统计样本
0	19.5	0.2	5.30	2.95	0.56	260	9.5	0.1	1.62	1.54	0.95	39
5	68.6	1.5	17.18	8.47	0.49	260	28.4	1.0	5.06	6.75	1.33	39
10	63.3	4.0	22.32	9.53	0.43	259	29.6	2.6	11.50	7.81	0.68	39
15	91.3	5.6	22.08	9.55	0.43	259	37.9	1.9	14.99	8.45	0.56	39
20	100.6	1.9	20.43	9.51	0.47	260	53.0	5.4	15.28	10.18	0.67	39
25	64.1	3.8	19.44	10.14	0.52	260	48.6	2.5	15.07	9.09	0.60	39
30	75.0	3.9	21.14	12.66	0.60	260	61.9	2.3	15.71	11.54	0.73	39
35	99.0	3.4	22.71	14.99	0.66	260	50.9	2.5	17.12	12.37	0.72	39
40	105.2	2.8	26.32	16.78	0.64	260	54.0	3.4	18.34	12.45	0.68	39
45	102.2	4.2	31.15	19.84	0.64	260	84.4	3.4	19.27	16.39	0.85	37
50	110.0	3.7	34.13	22.02	0.65	260	70.2	2.5	22.64	19.75	0.87	39
55	118.0	3.4	35.79	22.02	0.62	260	77.2	3.4	24.94	20.50	0.82	39
60	121.5	4.6	37.11	21.34	0.58	260	79.7	5.5	26.27	21.77	0.83	39
65	107.8	5.6	37.64	20.79	0.55	260	93.0	4.2	29.18	22.74	0.78	39
70	103.4	6.6	37.62	19.90	0.53	260	101.5	3.5	32.28	24.08	0.75	39
75	100.0	4.6	38.10	19.45	0.51	259	92.0	5.4	33.02	20.32	0.62	38
80	90.5	5.7	38.72	19.78	0.51	258	83.1	7.8	31.04	18.22	0.59	37
85	105.6	6.4	40.66	20.75	0.51	257	86.1	9.9	31.11	18.60	0.60	36
90	112.3	6.3	42.53	20.60	0.48	245	90.8	7.6	32.20	18.91	0.59	30

低,发生了显著变化。2006年0~40 cm深度海床土最大值、最小值以及平均值均有所降低,其中平均值降低至2005年的63%,变异系数由0.59增加至0.78,说明该层土强度降低,均匀性变差;相对的,2006年40~90 cm深度海床土贯入阻力最大值、最小值以及平均值均没有明显变化,变异系数仅由0.44增至0.52,说明土体的不均匀程度有所增长。Sumer通过试验发现在波浪地震荷载的作用下,管线周围土体尤其是管线下方土体的孔压累积较其他区域快,在遭遇地震或极端海况时,管线下方的土体将最早发生液化现象,海床土强度降低^[20],因此,可以认为0~40 cm深度海床土受到裸置管线的影响,在重复作用下海床土发生液化强度降低、均匀性变差。

4 结论

2005年8月和2006年9月,对黄河三角洲刁口地区106钻井平台附近一条裸置管线附近海床土的现场微贯测量结果发现,在波浪和潮流作用下管

线对东西两侧2 m范围内的海床土强度和均匀性产生了影响,使得海床土整体强度降低,均匀性变差;同时在该范围内使得海床土在垂向上出现了成层现象,0~40 cm深度海床土强度降低,均匀性变差,40 cm以下深度则未产生明显变化。

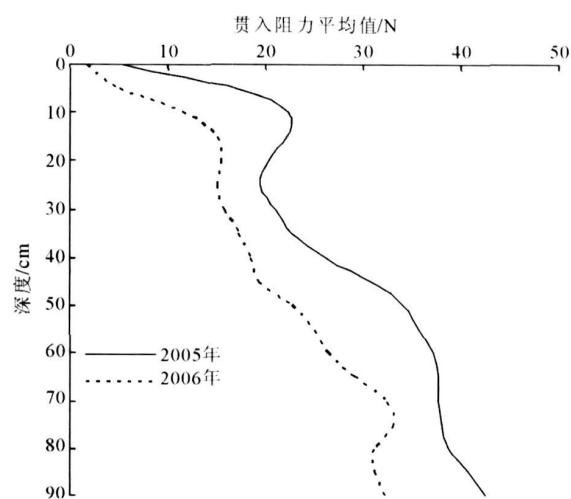


图5 黄河口贯入阻力平均值随深度变化曲线

Fig. 5 Curve of mean penetration value with depth in study site

表 4 黄海口海床土强度成层统计

Table 4 Statistical analysis of the degrees of soil heterogeneity

年份	深度/cm	最大值/N	最小值/N	平均值/N	标准差	变异系数	统计样本数
2005	0~40	76.2	0.2	21.68	12.86	0.59	351
	40~90	99.5	4.0	36.96	16.42	0.44	361
2006	0~40	61.9	0.1	13.70	10.65	0.78	351
	40~90	101.5	2.5	38.80	20.31	0.52	373

以上研究成果是基于在黄河口开展的现场工作得出的，并不能完全涵盖裸置管线在不同水动力情况下的影响范围及程度，因此，尚需进一步的研究。

参考文献(References)

- [1] Lai N W, Dominguez R F, Dunlap W A. Numerical solutions for determining wave-induced pressure distributions around buried pipelines [C] // Coastal and Ocean Engineering Division. Civil Engineering Department, Texas A & M University, College Station, Texas 1974.
- [2] Cheng A H D, Liu P F. Seepage force on a pipeline buried in a poroelastic seabed under wave loading [J]. Applied Ocean Research, 1986, 8(1): 2-32.
- [3] Jeng D S, Liu Y S. Wave-induced pore pressure around a buried pipeline in Gibson Soil: Finite element analysis [J]. International Journal for Analytical Methods in Geomechanics, 1999, 23(13): 1 559-1 578.
- [4] Jeng D S, Cheng L. Wave-induced seabed instability around a buried pipe in a poro-elastic seabed [J]. Ocean Engineering, 2000, 126(4): 127-146.
- [5] 秦崇仁, 彭亚. 波浪作用下海底裸置管道周围的冲刷[J]. 港工技术, 1995, 3: 7-12. [QIN Chong-ren, PENG Ya. Washing around the seabed pipeline placed barely by wave action [J]. Harbor Technology, 1995, 3: 7-12.]
- [6] 宋玉鹏, 孙永福, 刘伟华. 海底管线稳定性影响因素分析[J]. 海岸工程, 2003, 22(2): 78-84. [SONG Yu-peng, SUN Yong-fu, LIU Wei-hua. Analysis of factors affecting submarine pipeline stability [J]. Coastal Engineering, 2003, 22(2): 78-84.]
- [7] Wanger D A, Murff D, Breinodden, et al. Pipe-Soil interaction Model [C] // Proceedings of Nineteenth Annual Offshore Technology Conference, 1987. OTC 5504: 187-190.
- [8] Zhang J, Stewart D P. An elasto-plastic model for pipe-soil interaction of unburied pipelines [C] // Proc. 9 Int. Offshore and Polar Engineering Conference, 1999: 185-192.
- [9] Zen K, Yamazaki H. Mechanism of wave-induced liquefaction and densification in seabed [J]. Soils and Foundation, 1990, 30: 90-104.
- [10] 夏令, 王立忠, 潘存鸿. 波浪作用下的泥沙起动及海底管线周围局部冲刷[D]. 浙江大学硕士学位论文, 2006: 10-18, 43-63. [XIA Ling, WANG Li-zhong, PAN Cun-hong. Sediment threshold and local scour around submarine pipelines under wave action [D]. A Dissertation Submitted to Zhejiang University for the Degree of Master of Engineering, 2006: 10-18, 43-63.]
- [11] 栾茂田, 曲鹏, 郭莹, 等. 波浪作用下孔隙海床-管线动力相互作用分析[J]. 海洋工程, 2007, 25(2): 43-51. [LUAN Maotian, QU Peng, GUO Ying, et al. Numerical analysis of dynamic response of saturated porous seabed-pipeline interaction under wave loading [J]. Ocean Engineering, 2007, 25(2): 43-51.]
- [12] 赵冬岩. 海底管道稳定性分析综述[J]. 中国海上油气(工程), 1998, 10(5): 1-4. [ZHAO Dong-yan. Review about seabed-placed pipeline's stability analysis [J]. China Offshore Oil and Gas (Engineering), 1998, 10(5): 1-4.]
- [13] Airman T, Muleski G E. A review of the response of buried pipelines under seismic excitations [J]. Int. J. of Earthq. Eng. Struct. Dyn., 1981, 9: 133-151.
- [14] Wang L R L, O'Rourke M J. Overview of buried pipelines under seismic loading [J]. Journal of the Technical Councils of ASCE, 1978, 104(1): 121-130.
- [15] 贾永刚, 付元宾, 许国辉, 等. 水动力条件差异导致潮坪分形特征变化实例研究[J]. 海洋学报, 2003, 25(3): 59-67. [JIA Yong-gang, FU Yuan-bin, XU Guo-hui, et al. The fractal characteristics change in the Huanghe River Estuary due to the hydrodynamic conditions variety [J]. Acta Oceanologica Sinica, 2003, 25(3): 59-67.]
- [16] 成国栋, 薛春汀. 黄河三角洲沉积地质学[M]. 北京: 地质出版社, 1997: 36-40. [CHENG Guo-dong, XUE Chun-ting. Yellow River Delta Deposit Geology [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1997: 36-40.]
- [17] 贾永刚, 霍素霞, 许国辉, 等. 黄河水下三角洲沉积物强度变化原位测试研究[J]. 岩土力学, 2004, 25(6): 876-881. [JIA Yong-gang, HOU Su-xia, XU Guo-hui, et al. Intensity variation of sediments due to wave loading on subaqueous delta of Yellow River [J]. Rock and Soil Mechanics, 2004, 25(6): 876-881.]
- [18] 李玉成, 陈兵, 赖国璋. 海底管线上波浪力的大涡模拟及三步有限元数值模拟[J]. 海洋学报, 1999, 21(6): 87-93. [LI Yu-cheng, CHEN Bing, LAI Guo-zhang. The numerical simulation of wave forces on seabed pipeline by three-step finite element method and large eddy simulation [J]. Acta Oceanologica Sinica, 1999, 21(6): 87-93.]
- [19] 王直民, 张土乔, 吴小刚. 埋地管道管土相对刚度的分析[J]. 水利水电技术, 2006, 37(3): 48-54. [WANG Zhi-min, ZHANG Tu-qiao, WU Xiao-gang. Analysis on relative stiffness of buried pipelines and soil [J]. Water Conservancy and Hydropower Technology, 2006, 37(3): 48-54.]

- ness of pipeline soil for buried pipelines [J]. Water Resources and Hydropower Technology, 2006, 37(3): 48-54.]
- [20] Sumer B M, Fredsoe J, Christensen S, et al. Sinking/floatation of pipelines and other objects in liquefied soil under waves [J]. Coastal Engineering, 1999, 38(2): 53-90.

CASE STUDY ABOUT THE Affected AREA OF BARE PIPELINE ON THE SEABED SOIL IN YELLOW RIVER ESTUARY

YANG Xiu-juan¹, JIA Yong-gang¹, YUAN Hang¹, ZHANG Jian²,
ZHANG Yan-tao², FENG Chun-jian²

(1 Geo-environmental Engineering Group, College of Environmental Science and Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266100, China; 2 Shengli Engineering and Constructing CO., Ltd. Dongying 257000, China)

Abstract: Bare pipelines affect the seabed soil's strength and consolidation under wave and tidal actions, while the influence scope is an unsolved problem. In August 2005 and September 2006, there were two in-situ measurements in the pipeline affected area, which was near the Shengli Oilfield's 106 drilling platform in the Yellow River Estuary, and the pipeline was abandoned and once used to transmit oil. Based on the test results, a series of interesting phenomena were obtained. Under the hydrodynamic force along the horizontal direction, the seabed soil's strength and uniform became poorer within 2 m distance to the pipeside, and heterogeneity also increased greatly within the 0~40 cm depth range to form stratification. The findings provide support to the simulation tests about the soil changes under the pipeline-wave action.

Key words: bare pipeline; penetration resistance; heterogeneity; affected area; Yellow River Mouth