



附件二

首钢兰宝港预可行性研究阶段

海洋工程地质勘测报告

国家海洋局北海分局

1993年12月青岛

首钢兰宝港预可行性研究
海洋工程地质勘测报告

海分局
青岛

课题负责人	刘刻福
外业负责人	孙德全
报告编写	尹延鸿
	刘刻福
	李振英

10/10/07

报告附图

图件名称	图号	张数
勘探点主要数据一览表	6G1620—1	2
地质构造及震中分布图 (附钻孔位置)	6G1620—2	1
钻孔平面位置图	6G1620—3	1
综合工程地质图(附钻孔位置)	6G1620—4	1
区域地质剖面图	6G1620—5	2
工程地质剖面图	6G1620—6	1
地质柱状图	6G1620—7	25
土工试验结果总表	6G1620—8	4
水质分析报告表	6G1620—9	2
曹妃甸附近地形地貌概图	6G1620—10	1
南堡凹陷第四系地层等厚度图	6G1620—11	1

前 言

首钢总公司拟在河北省滦南县南部的曹妃甸建设兰宝港。为进行拟选港区的工程地质综合评价,国家海洋局北海分局受首钢勘察研究总院的委托,参照渤海石油勘察公司等单位在拟建港区所进行的七个孔的工程地质钻探资料,同时搜集并引用了地矿部海洋地质研究所和北京勘查技术工程公司编写的《冀东油田南堡测区海洋工程地质调查报告》、国家海洋局北海分局编写的《河北省海岸带和海涂资源综合调查潮间带及海上底质地貌调查报告》、国家地震局等有关地质资料。通过专项工程地质调查分析,并汇总各海洋单位在此工作区域较丰富的海洋调查成果资料而编写成本报告。报告从自然地理概况、地质概况、地基土特征及其主要物理力学性质、区域工程地质分区、天然地基和桩基条件分析、泥沙来源与岸滩动态分析等六个方面对拟建兰宝港预可行性研究阶段的港区工程地质条件和拟建港区的岸滩动态进行了论述和评价。

目 录

前 言

第一章	自然地理概况	(1)
第二章	地质概况	(4)
第三章	地基土特征及其主要物理力学性质	(6)
第四章	区域工程地质分区	(19)
第五章	天然地基和桩基条件分析	(26)
第六章	泥沙来源与岸滩动态分析	(28)
建港工程可行性评价		(31)

第一章 自然地理概况

一、地理位置及交通

拟选兰宝港位于河北省唐山地区滦南县南部海域中的曹妃甸岛一带。地理坐标为北纬 $38^{\circ}55'57''$ ，东经 $118^{\circ}30'33''$ 。水路南距天津新港 38 海里，北距秦皇岛 92 海里，距南堡 12 海里。从南堡有公路至唐山和滦南县城。见图 1—1。

二、地形、地貌特征

从地貌成因上来讲，曹妃甸、蛤坨一带是残余砂岛包围的海积平原。曹妃甸、蛤坨等即该段海岸外围的残余砂岛，为滦河在大庄河、泊河一带入海时形成的砂嘴、砂坝，因滦河北移，泥砂供应不足而受冲刷成为今日残余砂岛。呈窄条状 NE——SW 方向延伸。曹妃甸位于最西南端，高度最低，长达 4km，一般高潮仅中央砂堤露出，大潮时全部淹没。由石英质细砂组成，含贝壳，砂的磨圆度好。

砂岛与南堡海积平原间为浅水泻湖，东西长达 21km，南北宽 16~21km，底质为粉砂质淤泥，水深为 0~3m，并发育宽广的淤泥质浅滩。泻湖内以潮流作用为主，一方面受到沿岸河流和滦河带来的细粒泥质砂补给的影响日渐淤浅，另一方面因其西积很大，相应的纳潮量也大，潮流的冲刷作用使泻湖内和砂岛间形成很多冲刷槽，沟壑纵横，砂脊和砂坨密布。近 70% 的面积被水深 $< 2\text{m}$ 的浅滩和滩涂所占据，三条 10~20m 的大型潮沟和若干分支潮沟，水道无规律展布其内，若干条水下砂坨和分布于潮道两侧的天然堤使得区内地形复杂，自西向东依次分布曹妃甸、腰坨、草木坨、蛤坨、西坑坨、东坑坨和石臼坨等若干砂坝和砂岛。最大水深处位于大沟和二沟两个潮道的交汇部位，水深约 22m。最高点在蛤坨，高程为 1.4m。

曹妃甸之外至水下岸坡,底质依次为细砂——粗粉砂淤泥——细粉砂淤泥——淤泥。南部及西南侧沙滩坡度 $3^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 。在最陡处,在600米的范围内,水深自1米变化为深达30余米。

三、地貌特征分区

在该区,曹妃甸、腰坨、草木坨、蛤坨、西坑坨、东坑坨和石白坨等若干砂坝和砂岛构成了障壁,从而使障壁内外的水动力条件、地形、地貌特征各有不同。据此,可把该区划分为4个地貌区(6G1620—10)。

1、西部无障壁浅海区

位于曹妃甸以西、南堡岸线以外的潮间带及浅海地区,是由宽度达3~4km的高潮坪和窄的低潮坪构成。高潮坪由粘土质粉砂或砂质粉土质粉砂组成。低潮坪以粉砂质砂为主。有数条近南北向的小潮沟发育于高潮坪,穿越低潮坪,直达浅海区。潮坪以南的浅海区发育了与海岸线平行的潮流沙脊,呈南东东——北西西向,脊顶在水面以下4米,沙脊高2~3m,宽400~1000m,长度可达20km以上。该沙脊与潮坪之间是一大型潮道,北西西向延伸。长度25km以上,宽度1.5~3.5km,深度可达-14m。

2、东部障壁内潮坪区

曹妃甸以东,以曹妃甸至石白坨一线构成的障壁为界,向岸一带的浅滩为障壁内潮坪区,也由高潮坪和低潮坪组成。高潮坪宽约1.5~2.5km。低潮坪宽度更大,位于障壁之后,由数个涨潮三角洲形成。最大的一个涨潮三角洲面积约90km²。低潮坪水深约0.5~2米。

3、东部障壁外浅海区

曹妃甸以东,障壁以外构成障壁外浅海区。以5米等深线为界,可划分出近岸浅海区和远岸浅海区。近岸浅海区为一个三角形地带,深度多在-4m左右,海底相当平坦。远岸浅海区,坡度变化

较大,在水深-5 米至-11 米等深线间,坡度较陡,形成海底陡坎。

4、东部大型潮道区

曹妃甸东北约 15 至 20km 处,有两条大的潮道,渔民分别称为大沟和二沟。大沟由蛤坨北的泻湖发源后,拐为近南北向延伸入海,长达 17km,宽 1~1.5km,最深处达-20m。二沟为一条近东西向的潮道,长约 10km,宽约 600m,最大水深-14m。

第二章 地质概况

一、区域构造概况

拟选港区位于河北省滦南县的曹妃甸,从区域构造或基底构造来看,该区位于新华夏系黄骅拗陷带北部,西受沧东断裂带控制,东受伸入渤海的郑——庐断裂带影响(图 6G1620——2)。

沧东新裂带属于燕山运动形成的北东向新裂,是华北沉降带中的沧县隆起和黄骅拗陷的界线,新构造运动比较活跃。该断裂由山东德州进入河北省,经吴桥、泊镇、沧县,向北东经天津继续延伸,经宁河至唐山、滦县交汇于燕山褶皱带。在沧东断裂和东西向构造的交汇部位,历史上曾多次诱发地震,如 1704 年东光 5.5 级地震,1625 年和 1893 年沧县 5 级地震,1976 年唐山 7.8 级地震以及宁河 6.9 级和滦县 7.1 级地震。

郑庐断裂带,属于燕山运动形成的北北东向深大断裂带,由庐江经郑城潍坊,穿过渤海到营口,继续向东北方向延伸,是华北沉降带和胶东隆起的分界线。历史上曾在郑城、渤海、营口等地诱发过强裂地震。

穿过曹妃甸地区的北东向断裂主要有黄骅断裂、滦南——南堡断裂、宁河——昌黎断裂等。沿这些断裂,也有一定的新构造运动活动。

此外,该区也受几条北西向断裂的控制,如蓟运河断裂、乐亭断裂等。沿这些断裂,新构造运动也较为活跃。特别沿蓟运河断裂,晚第三纪以来活动较为明显,近年发生过两次地震,一次在 1976 年,为 6.9 级,一次在 1977 年,为 6.3 级。

二、新地层概况

在基底构造之上,该区沉积了巨厚的老第三系、新第三系及第

四系地层。南堡地区新第三系底面标高在-1300m 以下。在南堡、曹妃甸一带,新第三系顶面标高在-300m 至-600m 之间。平均约-400~-500m。第四纪以来,在曹妃甸一带发生多次海进海退,形成了数百米的海陆交互相地层。这些海陆交互相地层是滦河改道东行后沉积的Ⅱ期和Ⅲ期滦河古三角洲冲积扇,主要由粉质粘土、粉土、粉砂及砂等交互沉积构成。(图 6G1620—2、5、11)。

从浅地层剖面仪探测资料分析看,在上复的新地层中,同生断层或正断层亦较发育,断层倾角较陡或近于直立,规模一般不大,长度从一公里至十几公里,其延伸方向一般为北东向、北北东向,以及近东面向。断距一般不大,表面断距不明显,在一定深度内随着深度增加,断距加大,个别新裂可能与基底断裂相贯通。但绝大多数断裂发育在盖层之中,断层间距一般为 500~1000m,平均间距约 750m。这些同生断层生长率为 0.01mm/a~0.05mm/a,平均为 0.03mm/a,最大生长率 0.08mm/a。这些活动,大多数由于差异性压实作用面致。一般来说,在松散沉积物中,这类同生断层很发育。根据同生断层生长率判断,100 年内的生长率仅为数毫米,可见对港口的建设影响不大

第三章 地基土特征及其主要物理力学性质

一、地基土特征

根据渤海石油勘察公司、地矿部海洋地质研究所等单位的勘察和钻探资料(图 6G1620—1、3、4、5、6、7、8、9)分析研究,拟选兰宝港区的地基土在标高-80m 以浅,主要由海陆交互相的粉细砂、粉质粘土等组成。从上到下可分为 14 层,即①至⑭层,根据 ^{14}C 年龄测定和微古资料判断:①至⑤层为全新世地层(Q_1^{m+L}),⑥~⑭层为第四系上更新统海陆交互相的粉细砂、粉质粘土组成(Q_3^{m+L}),各层岩性及物理力学性质描述如下:

①砂质淤泥质粉土(含贝壳淤泥质粉土):灰色,软塑状态,含贝壳碎片较多。

该层属海底表层现代沉积层,是正在发育和改造的浅海沉积层,厚度不大,一般在 2 米左右,最大厚度 15.60 米(冶 NO. 4 孔中)横向上不稳定,仅在新华港和溯河河口以东见到,潮沟和砂垅上缺失,沿横向岩性可由重砂质轻粘质粉土过渡为轻砂质重粘质粉土,但总离不开粉土的范畴。

②重粉质砂土(粉砂):浅灰色——灰黄色,松散,分选好,含少量贝壳碎片。

该层厚度大,横向分布稳定,是区内每钻孔都遇到的地层之一,最大厚度 26.40 米(冶 NO. 1 孔),最小厚度 1.7 米(13 号孔)。横向上岩性可由粉质砂土过渡为细砂,纵向上岩性亦有变化,其总的趋势是由上到下由粗变细。

由于①层发育不全,该层绝大部分出露于海底。

③砂质淤泥质粉土(淤泥质粉土):浅灰色,软塑状态,钻进进

尺极快。该层一般厚度为 6 米左右,最大厚度 11.0 米(咀东附近的 3 号孔),呈似层状,比较稳定,只有少数钻孔漏空,是区内的较稳定层。顶板埋深一般在 7 米左右,最大埋深 9.7 米(9 号孔),最小 2.2 米。相比较该区中部埋深较大,两边较小。

④重粉质轻淤泥质砂土(粉砂):浅灰色,松散至较密,较塑状态,钻进进尺较上层慢,淤泥含量较上层低。

该层横向上不稳定,仅在个别钻孔中见到,呈透镜状。其最大厚度 9.3 米(7 号孔),平均厚度 4.1 米,顶板最大埋深 12.2 米(新华港一带),最小埋深 8.8 米(咀东一带)。

⑤砂质淤泥质粉土(淤泥质粉土):浅灰色,含淤泥夹层,粘感强,较塑状态,进尺快,易漏岩芯。

该层横向不稳定,呈透镜体状,区内仅 3 个钻孔遇到,其最大厚度 4.0 米,最大埋深 15.5 米,与下覆地层呈平行不整合接触。

⑥淤泥质粉土:灰色,可塑——较塑状态,粘感强,进尺快,含少量灰白色钙质结核或团块。横向上岩性有变化。

该层分布不连续,主要分布于溯河河口以东,以西仅在三个钻孔中遇到(6、7、16),最大厚度 6.3 米。地层埋深西部 17.5~19.5 米,东部埋深较浅(12.2~13.5 米)。

⑦粉质轻淤泥质砂土(粉砂):浅灰色,中密——密实状态,分选好,与上覆地层分界明显。

该层咀东以东比较稳定,在大多数钻孔中均能遇到,呈似层状,最大厚度 16.20 米(冶 NO.1 孔)咀东以西仅 3 号孔遇到。

⑧轻砂质淤泥质粉土(淤泥质粉土):浅灰色,可塑状态,以粉粒为主,进尺较上层快。

该层仅在东部三个钻孔中遇到(9、13、14 号孔),呈透镜状,最大厚度 3.9 米,平均厚度 2.7 米,顶板埋深最大 18.2 米,最小 13.1 米,平均 16.8 米。

⑨上部为粉质轻粘质砂土(粉砂):呈灰白色——浅黄色,中密

状态;下部为轻砂质粘质粉土:灰白色——浅黄色,可塑——硬塑状态,粘感强。该层最厚处大于 9.7 米。

⑩粉质粉土:黄灰色或灰绿色,软塑至可塑,具中等压缩性,层厚在冶 NO.1 孔中为 12.6m,在冶 NO.4 孔中为 3.1m。该层层底标高在 -53.7 至 -57.9m 之间。

⑪粉砂:灰色或黄灰至深灰色,长石——石英质含云母、贝壳及有机质。饱和,呈中密至密实状态。具层理、局部夹薄层粉土。层厚约 8~13.40m,层底标高为 -65.90 至 -68.50m。

⑫粉质粘土:灰黄至黄褐色,含氧化铁及贝壳,饱和。呈可塑状态,具层理,夹薄层粉土,中等压缩性。冶 NO.1 孔中厚约 1.20m,底层标高为 -68.50m;冶 NO.4 孔中厚 9m,层底标高为 -74.95m。

⑬粉砂:灰至灰褐色,石英长石质,含云母及大贝壳、螺壳,局部夹薄层粘性土。饱和,呈密实状态。最小厚度 2.35m,最大厚度大于 20m。

⑭粉质粘土:灰褐色,含少量姜结石、饱和、可塑状态。冶 NO.4 孔孔深 39.30m,此层未穿透。

二、地基土物理力学性质

各层各孔的工程地质物理力学性质、各孔分层承载力标准值及试验锤击数见统计表(表 3—1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17),现将区域各层的物理力学性质分述如下:

表 3—1

标准贯入试验击数统计表

孔号 层号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	平 均 值	S _x	交 异 系 数
	324 — 604	318 — 608	318 — 616	318 — 624	318 — 632	326 — 632	334 — 632	318 — 640	326 — 640	334 — 640	318 — 648	326 — 648	334 — 648	326 — 656	334 — 656	326 — 624	325 — 617	325 — 608			
①																	2	4.4	3.2	1.7	0.53
②	7.6		3.8	10.4 18.7	5.7	6.8	3	14.6	9.9	4.5	9.5	17.1	2.7	18.3	7.5	9.4	11.7	12.3	9.1	4.7	0.51
③	4.2	4.3	2.5		2.6	1.9	3.8	2.3	3.1	2.5 3.9	4.6		5.6			3.2	3.2		3.4	1.0	0.30
④		22.7				3.7	10.7		7.6	5.6						11.4			10.3	6.8	0.66
⑤	5.6			16.1	8.8											2.8		3.6	7.4	5.4	0.73
⑥					18.9	7.1		5.1	11.9		3.7	7.1		8.4	11.4		7.7	9.0	4.5	0.50	
⑦			4.2		10.9		37.8	16.8	11.3	10.9	18.4	14.5	29.8	20.1	12.9				17.1	9.5	0.56
⑧								16.1					21						18.6	3.5	0.19
⑨		13.3	20.3		19.4	26.6							10.5			8.4	14	15.4	16.0	5.9	0.37

表 3—2 各孔分层承载力标准值统计表(据微型贯入)

孔号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	平均 值	变 异 系 数
层号	324	318	318	318	318	326	334	318	326	318	334	326	334	326	334	326	325	325		
	604	608	616	624	632	632	632	640	640	640	648	648	648	656	656	624	617	608		
①					42.9	58.9										51.1			51	0.16
②	34	52.8	45.3	15.1	40	52.8	37.7	45.3	57.6		83	91		89	94	89			58.8	0.43
③		50.9	58.9			34.9	82.9	48.9			30.2		50.9			42.9			56.3	0.42
④		41.5				67.9	85									92			71.6	0.31
⑤		50.9			66.9	74.9										66.9			64.9	0.16
⑥					90.9	90.9							74.9		66.9	130.9			90.9	0.27
⑦					85			89			86			88	91				87.8	0.03
⑧													74.9						74.9	
⑨		82.9			178.9								106.9						122.9	0.41

表 3—3 各孔分层承载力标准值统计表(据标准贯入)

孔号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	平均值
层号	324	318	318	318	318	326	334	318	326	318	334	326	334	326	334	326	325	325	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	604	608	616	624	632	632	632	640	640	640	648	648	648	656	656	624	617	608	
①																	70	133	101.5
②	106.4		53.2	143.2	80	95.2	42	176.8	138.6	63	133	189.8	37.8	195.4	105	131.6	153.6	158.4	122.2
③	129.0	131.0	87.5	197.5	91	66.5	121	48.3	107.0	87.5	137		158.5			109	109		106.3
④		215.9				51.8	145.6		106.4	78.4						151.2			124.8
⑤		158.5			400	230.8			147.3	123.9						98		117	128.9
⑥						510.8	192.3			300.3		119	200.8		221.5	289		205.8	187.9
⑦			58.8		145.4		285.1	188.4	150.4	147.2	195.9	176	249.1	203.8	163.2				178.5
⑧									403				600						501.5
⑨		311.8	570.3		532	680							268.8			221.5	347.5	382	416.7

表 3—4 各孔分层承载力标准值统计表(据物理力学指标)

代号	1	18	2			17	3			16	4	7		6	5			10	9	
孔号	324	325	318	314	314	325	318	314	322	314	326	318	334	322	326	318	326	322	334	326
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
层号	604	608	608	608	612	617	616	616	620	620	624	624	632	632	632	632	636	636	640	640
①		75		38	63	75		35	60	75	75			75	90	75	53	53		
②		165	75			172				105	206		156			128			165	
③							75				79				74	98			98	
④											124				124					
⑤			169												90	144				
⑥						127					128		128		100				128	124
⑦						270	161												125	
⑧																				
⑨			252												190					

表 3—5 (接表 3—4)

代号	8				13		12		11			15	14	平均值 KPa	均方差	变异 系数
孔号	322	318	314	326	334	334	330	326	322	318	334	330	334	326		
层号	640	640	640	644	644	648	648	648	648	648	652	652	656	656		
①	60		68		75		75		75		75	75		67	13.8	0.20
②	206		100				75		160		210		148	47.6	0.32	
③		128				161			120					104	30.5	0.29
④														124	0	0
⑤														134	40.4	0.30
⑥						126		161			100		125	18.0	0.14	
⑦														185	75.5	0.41
⑧						205								205		
⑨						280								241	46.1	0.19

表 3—6

	含水率 W(%)	水下容重 γ_g/cm^3	比重 Gs	孔隙比 e	孔隙度 $\eta\%$	饱和度 Sr%	相对密度 Dr	液 限 WL%	塑 限 WP%	塑性指数 Ip%	液性指数 IL%
平均值	40.10	0.83	2.73	1.10	52.4	97.36		32.49	18.09	14.40	1.37
最大值	63.06	1.01	2.74	1.70	63.0	100		46.55	26.87	25.04	2.46
最小值	25.03	0.63	2.70	0.71	41.5	90.97		24.13	14.74	7.54	0.90
	内聚力 KPa	内摩擦角 度	压缩系数 MPa^{-1}	压缩模量 MPa	渗透系数 $cm^2/s \times 10^{-5}$	十字板 抗剪强度 Cu KPa	重塑土 十字板 抗剪强度 Cu' KPa	灵敏度 St	比贯入 阻力 KPa	标 贯 锤击数 (击)	承载力 标准值 KPa
平均值	9.3		0.22	8.3	4.67	32.6	16.3	2	335	3.2	60
最大值	28		0.27	10.2	5.09	113.5	77.84		500	4.4	
最小值	0		0.18	6.2	4.25	9.52	3.93		120	2	

第①层——砂质淤泥质粉土(淤泥质粉土):即海底表层,与底质沉积物的类型相同,与海水直接接触,受自然环境因素影响较为严重,物理力学性质差异较大。表层的强度低,向深部发展有增高的趋势,表层的物理性质不能代表整个层位。据钻孔及柱状取样的