หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ขั้นตอนในการก่อสร้าง

ความจำเป็นในการจำหน่ายวัตถุดิบจากแหล่งต้นกำเนิด ทำให้เกิดการส่งสินค้าออก และความต้องการสินค้าในส่วนเกินกว่าที่ตนเองจะผลิตได้ทำให้เกิดสินค้าเข้า เมื่อปริมาณประชากรเพิ่มมากขึ้น และต้องการความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนระหว่างสินค้าและวัตถุดิบ ท่าเรือจะพัฒนามากขึ้นเนื่องจากสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ จะต้องมีมากขึ้น อันได้แก่ ที่จอดเรือ ซึ่งทำให้สามารถขนถ่ายสินค้าได้อย่างรวดเร็ว พร้อมทั้งมีการให้บริการด้านอื่น เช่น การหาน้ำ น้ำมัน และอาหาร เป็นต้น

เมื่อปี พ.ศ. 2489 ทั่วโลกมีเรือขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ 5 ลำ ต่อจำนวนประชากร 1 ล้านคน รวมบรรทุกประมาณ 30,000 ตัน พอปลายปี พ.ศ. 2511 มีเรือ 5.5 ลำ ต่อจำนวนประชากร 1 ล้านคน เท่ากัน รวมบรรทุก 53,000 ตัน ซึ่งในระหว่างนี้ประชากรของโลกเพิ่มขึ้นกว่าเดิมอย่างมาก จำนวนเรือสินค้าก็จะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนเช่นเดียวกัน ดังนั้น เรือจะบรรทุกประมาณ 9,650 ตัน ต่อลำ แสดงว่าไม่เพียงแต่เรือจะเพิ่มขึ้นเท่านั้น แต่ปริมาณสินค้าที่ใช้ ต่อประชากร 1 ล้านคน ก็เพิ่มขึ้นด้วย การพบแหล่งทรัพยากรใหม่ ๆ อุปกรณ์ ตลอดจนมีการค้นคว้ามากขึ้น การแข่งขันด้านคุณภาพ ราคา การหาตลาด และการโฆษณาของผู้ผลิต ทำให้สินค้ามีปริมาณมากขึ้น

2.1 การวางแผนก่อสร้างท่าเรือ

การก่อสร้างท่าเรือเป็นการลงทุนที่ต้องใช้เงินเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนาเช่นประเทศไทย ซึ่งมีทรัพยากรด้านเงินทุนอันจำกัด แต่มีงานด้านพัฒนาอื่น ๆ อีกเป็นจำนวนมาก การวางแผนงานจึงเป็นสิ่งจำเป็น และต้องพิจารณาให้ละเอียดรอบคอบ ดังนี้

2.1.1 ความจำเป็นและเหตุผลทางเศรษฐกิจ

ความจำเป็นที่จะสร้างท่าเรือเกิดจากเหตุผลหลายประการ ได้แก่

ก. เหตุผลทางด้านการทหาร ทางด้านยุทธศาสตร์ ยุทโธปกรณ์ การส่งกำลังบำรุง และปัจจัยทางด้านสงครามอื่น ๆ

ข. ใช้เป็นทางผ่านของสินค้าจากเมืองใกล้เคียง เพื่อการซื้อขายกับต่างประเทศ

ค. ในระยะนี้ได้พบแหล่งวัตถุดิบใหม่ ๆ เช่น ปุ๋ย สินแร่เหล็ก น้ำมัน ฯลฯ ในหลายภูมิภาคของโลก จึงมีความจำเป็นต้องสร้างท่าเรือขึ้นมาใหม่ในบริเวณแหล่งที่พบเพื่อความสะดวกในการส่งออก

2.1.2 ในประเทศพัฒนาแล้ว ก่อนที่จะมีการวางแผนก่อสร้างท่าเรือจำต้องมีการจัดทำการสำรวจอย่างละเอียด เพื่อหาปริมาณสินค้าในระยะเริ่มต้น และในอนาคต จากบริเวณใกล้เคียงที่จะเข้าสู่ท่าเรือแห่งใหม่ ซึ่งค่าใช้จ่ายในการส่งออกจะต้องไม่สูงไปกว่าท่าเรือแห่งอื่น ส่วนท่าเรือเอกชนนั้น ปริมาณสินค้าเข้าออกสามารถประมาณการได้ค่อนข้างแน่นอน ดังนั้น การออกแบบจึงทำได้ง่ายกว่า

2.1.3 การคมนาคมเป็นสิ่งสำคัญในการเลือกที่ตั้งของท่าเรือ ถ้ายังไม่มีทางรถไฟ ถนน เส้นทางลำเลียงทางน้ำเข้าสู่ภูมิภาคต่าง ๆ ในบริเวณนี้จะต้องสามารถพัฒนาการคมนาคมได้โดยสะดวก

หลังจากศึกษาข้อมูลข้างต้นแล้ว ขั้นต่อไปจะต้องศึกษารายละเอียดอื่น ๆ เพื่อให้ได้ข้อมูลพร้อมที่จะออกแบบท่าเรือ โดยทั่วไปอาจหาได้จากหน่วยงานของรัฐ แต่ในภูมิภาคบางแห่งไม่สามารถหาข้อมูลได้ จึงจำเป็นต้องมีการสำรวจขั้นต้น สภาพภูมิประเทศหาได้โดยถ่ายภาพทางอากาศ ซึ่งให้ความสะดวกและรวดเร็ว เป็นประโยชน์ในการทราบสภาพแหล่งที่จะสร้างท่าเรือและส่วนที่อยู่ติดกัน นอกจากนี้ยังสามารถเห็นหินโสโครก หน้าผา ปากแม่น้ำ และรายละเอียดสำคัญตามแนวชายฝั่ง การหาระดับความลึกของน้ำทะเลทำได้ง่ายและรวดเร็วด้วยฟาธอมมิเตอร์

2.2 การเลือกสถานที่ให้เหมาะสมในการสร้างท่าเรือ

ในขั้นต้นจำเป็นต้องศึกษาเพื่อเลือกทำเลก่อสร้างท่าเรือ โดยหาสถานที่ที่มีสภาพใต้ทะเล ชายฝั่ง และแหล่งกำบังคลื่นลมอย่างเหมาะสม ความลึกและสภาพดินใต้ท้องน้ำ ช่วยให้เสียค่าขุดลอกร่องน้ำน้อย แต่สถานที่จะก่อสร้างท่าเรือบางครั้งจำเป็นต้องกำหนดไว้ตายตัว เนื่องจากสิ่งอำนวยความสะดวกทางด้านการคมนาคมมีพร้อมอยู่แล้ว หรือเป็นไปตามสภาพผังเมือง และแหล่งที่ตั้งของแม่น้ำ

ชายฝั่งถ้าเป็นหนองหรือที่ต่ำ จะเสียค่าใช้จ่ายในการยกระดับและทำฐานรากสูง ถ้าเป็นหน้าผาสูงไม่เหมาะที่จะสร้างท่าเรือ นอกจากจะใช้กองเก็บสินค้าประเภทไม่บรรจุหีบห่อขนถ่ายขึ้นลงจากเรือโดยท่อหรือสายพาน ส่วนอาคารเก็บสินค้าอาจสร้างในส่วนลึกเข้าไป หน้าผาที่เป็นหินในแนวชายฝั่งอาจขุดขึ้นมาใช้สร้างเขื่อนกันคลื่น แล้วสร้างท่าเรือในบริเวณที่ขุดลอก

ในหลายสถานที่ ถ้ามีคุณสมบัติต่าง ๆ คล้ายคลึงกัน ความลึกของน้ำจะเป็นส่วนสำคัญในการเลือกสถานที่ตั้ง ถ้าส่วนที่อยู่ติดกับชายฝั่งมีความลึกที่พอเหมาะ จะทำให้เสียค่าขุดลอกริมท่าและร่องน้ำน้อย แต่ถ้าใกล้ชายฝั่งมีความลึกมากจะเสียค่าใช้จ่ายในการทำเขื่อนกันคลื่นสูงมาก จนบางครั้งไม่อาจสู้ราคาได้

2.3 ขนาดและลักษณะของท่าเรือและที่กลับเรือ

ท่าเรือแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่เป็นพื้นดินใช้สำหรับขนถ่าย เก็บสินค้า และมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ส่วนพื้นน้ำใช้เป็นร่องน้ำ ที่กลับเรือ ที่จอดเรือ และท่าเทียบเรือ

ถ้าเป็นท่าเรือในแม่น้ำ แม่น้ำจะต้องมีที่กลับเรือ โดยต้องทำให้ร่องน้ำใหญ่ขึ้น ที่กลับเรือมีได้หลายขนาดขึ้นอยู่กับขนาดท่าเรือ จำนวน และลักษณะของท่า ขนาดที่เล็กที่สุดอย่างน้อยควรจะไม่น้อยกว่า 2 เท่า ของความยาวของเรือลำใหญ่ที่สุดที่เข้ามาในท่าเรือ และขนาดที่เหมาะสมที่สุดควรจะยาวเป็น 4 เท่า ซึ่งจะทำให้เรือสามารถกลับตัวได้ด้วยตัวเองโดยไม่ต้องใช้เรือลากที่กลับเรือเล็กหน่อยก็อาจจะใช้ได้ถ้ามีหลักผูกเรือที่ส่วนปลายของท่า

ถ้ามีเขื่อนกันคลื่นรอบท่าเรือ อาจทำให้ท่าเรือขยายตัวยาก ในกรณีนี้ที่กลับเรือควรมี

ขนาดใหญ่พอสำหรับเรือลำใหญ่ในอนาคต ถ้าจะใช้ท่าเรือสำหรับขนถ่ายสินค้าเกษตร ควรจะมีท่าเรือด้านนอก ซึ่งในอนาคตอาจจะขุดลอกให้ลึกมากขึ้นเพื่อจอดเรือสินค้าเกษตรขนาดใหญ่ เนื่องจากการขนถ่ายสินค้าประเภทนี้มักจะใช้ท่อหรือสายพาน จึงไม่ต้องใช้ที่ดินผืนใหญ่ และระยะห่างจากแผ่นดินใหญ่ก็ไม่สำคัญนัก

เพื่อความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจ ท่าเรือควรจะมีพื้นที่สำหรับเรือชายฝั่งขนาดเล็กจอดระหว่างที่คอยเวลาเข้าเทียบท่า และเพื่อความปลอดภัยจากพายุ เรือใหญ่สามารถจอดในทะเล หรือสามารถแล่นฝ่าพายุได้ ความยาวของที่จอดเรือขึ้นอยู่กับขนาดของเรือที่ใหญ่ที่สุด และจำนวนเรือที่เข้าเทียบท่า ท่าเรือที่ยื่นออกจากฝั่งจะทำให้มีที่จอดมากที่สุด และสามารถจอดได้ทั้งสองข้าง ถ้ามีท่าเรือชนิดนี้ต่อเนื่องกันไปอีกก็ควรจะมีที่ว่างระหว่างท่าเป็น 3 เท่าของความกว้างของเรือ บวก 150 ฟุต แต่ถ้าออกแบบให้จอดเรือได้ข้างเดียว ความกว้างควรจะเป็น 2 เท่าของความกว้างของเรือที่มีขนาดใหญ่ที่สุด บวก 100 ฟุต และความยาวของท่าสำหรับจอดเรือลำเดียวควรจะมีความยาวเท่ากับเรือ บวก 150 ฟุต ถ้าจอด 2 ลำ ในแต่ละข้างจะต้องใช้ความยาวของเรือ 2 ลำ บวก 200 ฟุต ความกว้างของท่าขึ้นอยู่กับพื้นที่วางสินค้า และพื้นที่โรงพักสินค้าส่วนที่กลับเรือ และที่จอดเรือต้องมีการขุดลอก ถ้าไม่มีที่ทิ้งดินในระยะใกล้ ๆ ก็จะต้องขนดินออกไปสู่ทะเล และทิ้งในน้ำลึก ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองเงินมาก บ่อยครั้งที่ที่จะสร้างท่าเรือมักจะเป็นที่ต่ำ และต้องการเสริมให้สูงขึ้นกว่าระดับน้ำทะเล ในกรณีเช่นนี้ดินที่ขุดลอกขึ้นมาก็จะเอามาถมที่และกั้นด้วยเขื่อน สิ่งที่ขุดลอกมักจะเป็นโคลนเหลว และควรจะหาสถานที่ซึ่งสามารถถูกโคลนนี้ไปทิ้งภายในบริเวณท่าเรือซึ่งไม่มีโครงการจะใช้ในอนาคตอันใกล้ แต่ต่อ ๆ ไป พื้นที่นี้อาจจะทำให้ดีขึ้นโดยใช้ทรายถมเพิ่มหรือปรับผิวด้วยวัสดุที่ดี เพื่อจะได้ใช้ขยายท่าเรือ ในการออกแบบท่าเรือควรจะมีเขื่อนกันดินสำหรับทิ้งสิ่งที่ขุดลอกขึ้นมา แล้วใช้พื้นที่นี้เป็นประโยชน์ต่อไป

ท่าเรือจำเป็นต้องมีที่เตรียมไว้สำหรับขนถ่ายเก็บสินค้า ที่คนโดยสารขึ้นลง และอาจจะต้องมีที่สำหรับเก็บกองคอนเทนเนอร์ และสินค้าเกษตร หรือสินค้าเหลว มีที่จอดรถ และที่ตั้งของนิคมอุตสาหกรรม

สินค้าหีบห่อจะขนถ่ายที่ท่าเรือชายฝั่ง หรือท่าที่ยื่นไปในทะเล โดยใช้อุปกรณ์ของเรือหรือใช้อุปกรณ์ของท่า หรือทั้งสองอย่าง บางครั้งการยกของหนักจะต้องทำโดยปั้นจั่นลอยน้ำ

สินค้าจะสามารถขนย้ายโดยตรง โดยทางรถไฟ หรือรถบรรทุก หรืออาจจะเก็บไว้ชั่วคราวในโรงพักสินค้า หรือในพื้นวางสินค้าที่อยู่ติดกับท่า

เพื่อให้มีที่ขนสินค้าขึ้นลงจากเรือ จึงจำเป็นต้องมีพื้นที่ริมท่ากว้างพอสมควร ส่วนที่อยู่ถัดไปคือ โรงพักสินค้า สำหรับสินค้าบางชนิด เช่น เครื่องจักร เหล็กกล้า ไม้ ไม้ซุง อาจจะใช้ที่เก็บเป็นลานกว้างก็พอ ท่าเรือเก่า ๆ ในนิวยอร์ค ไม่มีพื้นที่ริมท่า มีแต่ทางเดินแคบ ๆ และขนถ่ายสินค้าโดยตรงสู่โรงพักสินค้าผ่านประตูใหญ่ โดยปล่อยเชือกลงมาจากปั้นจั่นทางด้านหลังคาโดยอุปกรณ์ของเรือ อย่างไรก็ตาม การก่อสร้างระยะหลัง ๆ มักจะมีพื้นที่ริมท่า

ความกว้างของริมท่าอยู่ในช่วงระหว่าง 30 – 70 ฟุต ขึ้นอยู่กับว่า จะมีทางรถไฟ และทางให้รถบรรทุกวิ่ง หรือมีปั้นจั่นหน้าท่าหรือไม่ ขนาดกว้างมาตรฐาน 30 ฟุต ควรจะเพิ่มไปอีก 13 ฟุต สำหรับเป็นทางรถบรรทุก และบวกอีก 10 ฟุต สำหรับปั้นจั่น ดังนั้น ความกว้างไม่ควรน้อยกว่า 49 ฟุต ภายในโรงพักสินค้า ถ้ามีทางรถไฟ ทางรถบรรทุก จะช่วยทำให้ริมท่าโล่ง และสะดวกในการใช้รถยก และปั้นจั่นเคลื่อนย้ายสินค้า

ท่าหนึ่งควรมีพื้นที่โรงพักสินค้าประมาณ 90,000 ตารางฟุต ตัวเลขนี้ใช้กับเรือบรรทุกสินค้าขนาดกลางที่บรรจุสินค้า 6,250 ตัน โรงพักสินค้าจะมีที่ว่างให้สินค้าเข้าเพียง 50 % จึงต้องเผื่อเป็น 2 เท่า คูณ 40 คิวบิกฟุต ต่อตัน ซึ่งจะเป็นเนื้อที่ 500,000 คิวบิกฟุต ถ้าซ้อนสินค้าสูง 15 ฟุต จะเสียที่ระหว่างลังสินค้า 25 % และเสียพื้นที่ทางเดิน 50 % รวมเป็นใช้พื้นที่ 90,000 ตารางฟุต ต่อท่าเรือหนึ่งท่า

ในท่าเรือควรจัดให้มีพื้นที่สำหรับสร้างคลังสินค้า แต่ปริมาณพื้นที่นี้ไม่แน่นอน ไม่เหมือนกับโรงพักสินค้าซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนท่า แต่ละท่าเรือจะมีพื้นที่เก็บสินค้าแตกต่างกัน ยกตัวอย่าง เช่น ท่านิวอาร์ค มี 31 ท่า ซึ่งมีโรงพักสินค้า 1,620,000 ตารางฟุต และคลังสินค้า 2,700,000 ตารางฟุต แต่ท่าเรือลองบีช รัฐแคลิฟอร์เนีย มี 52 ท่า โดยมีโรงพักสินค้า 1,762,000 ตารางฟุต และคลังสินค้า 495,000 ตารางฟุต ส่วนท่าลองบีช ในเมืองฮูสตัน รัฐเทกซัส มี 8 ท่า โดยมีโรงพักสินค้า 700,000 ตารางฟุต และคลังสินค้า 700,000 ตารางฟุตเท่ากัน เพราะฉะนั้น ถ้าหากว่า เราไม่ทราบความต้องการของพื้นที่ที่จะทำเป็นคลังสินค้าก็ให้จัดพื้นที่เท่ากับโรงพักสินค้า จากการ

สำรวจจากหลาย ๆ ท่าเรือ บ่งว่า พื้นที่วางสินค้ากลางแจ้งจะอยู่ระหว่าง 6 – 12 ไร่ ต่อท่า

ท่าเรือขนาดใหญ่มักจะใช้ที่กว้างสำหรับให้รถบรรทุกและอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าปฏิบัติงานได้สะดวก ประมาณ 50 % ของพื้นที่ โรงพักสินค้าควรสงวนไว้เพื่อประโยชน์นี้ ในพื้นที่หน้าท่าทั้งหมดจะเป็นที่วางสินค้าเพียง 25 – 35 % นอกนั้น จะเป็นที่ว่างสำหรับปฏิบัติงาน พื้นที่สำหรับโรงพักสินค้าจะต้องจัดให้มีถนน และรางรถไฟไปยังสถานที่ต่าง ๆ เช่น คลังสินค้า ศุลกากร ที่เก็บสินค้า ถังน้ำมัน โรงงานอุตสาหกรรม และที่จอดรถ บริเวณพื้นที่สำหรับสถานที่เหล่านี้แต่ละท่าเรือจะต่างกัน แต่ไม่น้อยกว่า 25 % ของพื้นที่ทั้งหมด สินค้าคอนเทนเนอร์จะขนถ่ายและเก็บในสถานที่ที่จัดไว้โดยเฉพาะ สินค้าเกษตร หรือสินแร่ชนิดแห้ง ตามปรกติจะขนส่งด้วยสายพานระหว่างเรือกับที่เก็บ สินค้าเหล่านี้มักจัดไว้ต่างหากในบริเวณท่าเรือ เครื่องส่งและสายพาน กินเนื้อที่กว้าง 60 ฟุต ติดกับหน้าท่า และตลอดความยาวของลำเรือ ขนาดพื้นที่เก็บกองบนฝั่ง ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของสินค้า แต่ไม่น้อยกว่าจำนวนที่เรือ 1 ลำ บรรทุกได้ ปริมาณที่จะเก็บกองไว้อาจจะเป็นแร่เหล็ก 5 ล้านตัน ซึ่งต้องการพื้นที่ 190 ไร่ เนื่องจากเป็นขนาดใหญ่จึงต้องอยู่ลึกเข้าไปในท่า บริเวณพื้นที่ระหว่างริมท่า และที่เก็บดังกล่าวนี้จะมีที่เก็บขนาดกลาง ซึ่งจุได้น้อยกว่าเรือลำหนึ่งจะบรรทุกได้เล็กน้อย เพื่อว่าจะได้ใช้ความยาวของสายพานน้อยที่สุดในกรณีที่ต้องการขนถ่ายสินค้าอย่างรวดเร็ว สายพานนี้รวมทั้งถนนอาจกินเนื้อที่กว้างประมาณ 50 ฟุต บางครั้งบริเวณพื้นที่ติดกับท่าก็ใช้สำหรับวางสินค้า เพื่อประโยชน์นี้มักจะใช้ปั้นจั่น ซึ่งอาจมีความกว้างถึง 250 ฟุต วัสดุเช่น น้ำตาล อะลูมิเนียม และบอกไซด์ จะเก็บไว้ในไซโล และขนถ่ายด้วยสายพาน บริเวณเก็บของเช่นนี้เฉลี่ยแล้วเป็นขนาด 100 คูณ 500 ฟุต หรือ 28 ไร่เศษ

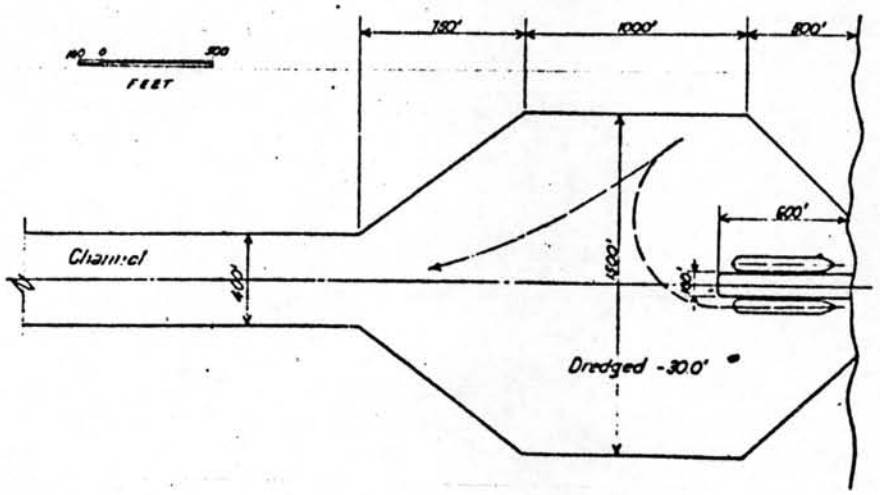
วัสดุเหลว หรือที่เป็นผง และพืชผลซึ่งรวมพวกน้ำมัน ซิเมนต์ และข้าว ขนส่งโดยใช้ท่อเชื่อมระหว่างท่าเรือกับถังเก็บ หรือไซโล ของเหลว เช่น น้ำมัน ตามปรกติจะขนย้ายจากหลักผูกเรือ หรือในบางกรณีอาจใช้ท่อใต้น้ำจากเรือที่ทอดสมอไว้ ซึ่งหมายความว่า พื้นที่สำหรับขนย้ายสินค้าบนฝั่งเป็นสิ่งที่จำเป็นน้อยกว่าท่าสำหรับสินค้าหีบห่อ กลุ่มถังเก็บน้ำมันซึ่งอยู่นอกเขตท่าเรืออาจใช้เนื้อที่มากถึง 250 ไร่ โดยมีเขื่อนกั้น และมีมาตรการป้องกันอัคคีภัย

ไซโลเก็บซิเมนต์ และเมล็ดพืชผล จะตั้งอยู่ใกล้ท่ามากที่สุดเท่าที่จะทำได้ การขนส่งใช้สมเป๋า หรือในกรณีเมล็ดพืชผล อาจใช้ถังเลื่อน และสายพานด้วย ทุกระยะ 600 – 800 ฟุต ริม

ท่าจะมีที่รองรับตั้งอยู่ในน้ำ มีไซโล ทางรถไฟ สถานที่สำหรับเทของลง ทั้งหมดนี้ใช้ความกว้างริมท่า ประมาณ 125 ฟุต ถ้าพืชผลขนถ่ายจากท่าที่ยื่นเข้าไปในทะเล ท่านี้ไม่จำเป็นต้องกว้างนัก เพียงแต่ให้แข็งแรง และกว้างพอที่จะวางสายพาน และอื่น ๆ ไปถึงฝั่งที่ไซโลตั้งอยู่ ความกว้างของท่า ประมาณ 50 – 60 ฟุต

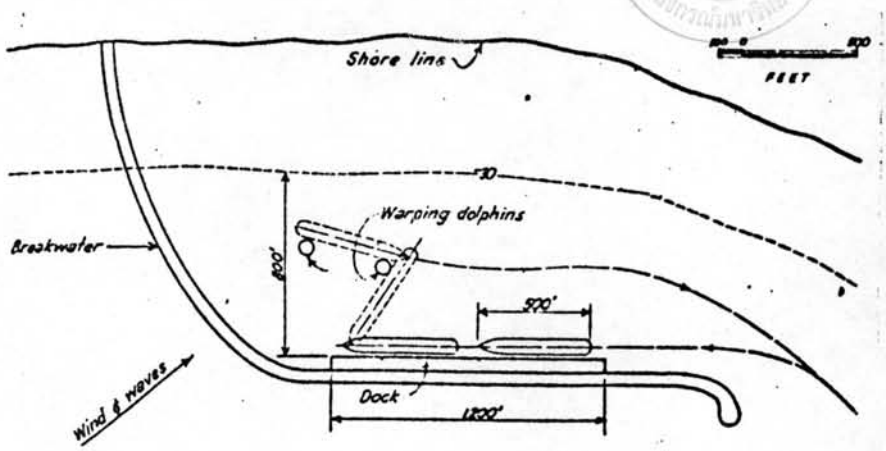
สินค้าพิเศษได้แก่ ปลา ไม้ซุง วัตถุระเบิด ไนเตรต ฯลฯ ขนถ่าย และเก็บในสถานที่นอกท่า หรือในท่าพิเศษ เช่น ท่าปลา เรือที่ใช้ขนสินค้าเหล่านี้มีขนาดค่อนข้างเล็ก กินน้ำลึกไม่เกิน 20 ฟุต และท่าเรืออาจเป็นท่าเล็ก ๆ หรือท่าน้ำตื้น

ขนาดและลักษณะของท่าเรือ และที่กลับเรือขึ้นอยู่กับจำนวนและขนาดเรือที่ใช้ท่าเป็นส่วนใหญ่ แต่ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของที่ตั้งด้วย ตามปรกติแล้วขนาดของอ่าว และที่กลับเรือ จะพยายามให้เล็กที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่จะต้องปลอดภัยและสะดวกพอสมควร การใช้เรือลากจูงช่วยนำเรือเข้าจอดเทียบท่าก็มีผลต่อขนาดของท่า ตามรูปที่ 2.3.1 แสดงถึงท่าที่ยื่นเข้าไปในทะเล 1 ท่า มีที่กลับเรือและร่องน้ำ ท่าชนิดนี้ใช้เนื้อที่น้อยที่สุด ใช้จอดเรือขนาด 500 ฟุต ได้ 2 ลำ ท่าแบบนี้ทำขึ้นได้โดยขุดลอกร่องน้ำ มีหุบผา และเกาะช่วยกำบังคลื่นลม และโดยขยายส่วนริมฝั่งให้ใหญ่ขึ้น การออกจากท่าใช้วิธีถอยหลังเป็นรูปโค้ง จนกระทั่งเรือสามารถหันหน้าออก ทั้งนี้เพื่อจะได้ไม่ต้องถอยหลังไปตลอดความยาวของร่องน้ำ



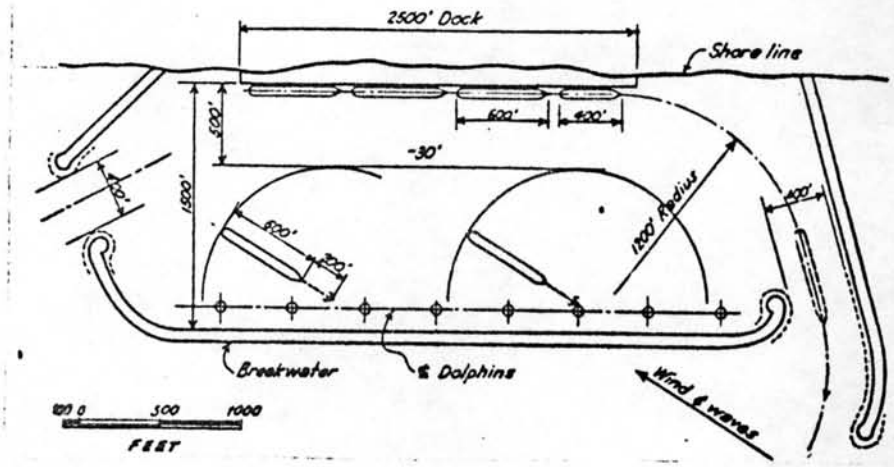
รูปที่ 2.3.1 แบบร่างของท่าเรือขนาดเล็ก Quinn (11)

รูปที่ 2.3.2 ท่าชนิดนี้มีลมพัดและคลื่นในทิศทางเดียว และมีเขื่อนกันคลื่นเป็นรูปโค้งขนานกับแนวชายฝั่ง โดยมีข้างหนึ่งติดกับฝั่ง เนื่องจาก จากชายฝั่งไปสู่ทะเลมีความลาดลึกเร็วมาก จึงจำเป็นต้องจำกัดความกว้างของท่าเรือ โดยมีท่าจอดเรือติดกับเขื่อนกันคลื่นพอจอดเรือขนาด 600 ฟุต ได้ 2 ลำ พร้อมกับมีที่สำหรับถอยหลังกลับเรือ



รูปที่ 2.3.2 แบบร่างของท่าเรือที่ถูกจำกัดโดยความลึกของน้ำ Quinn (11)

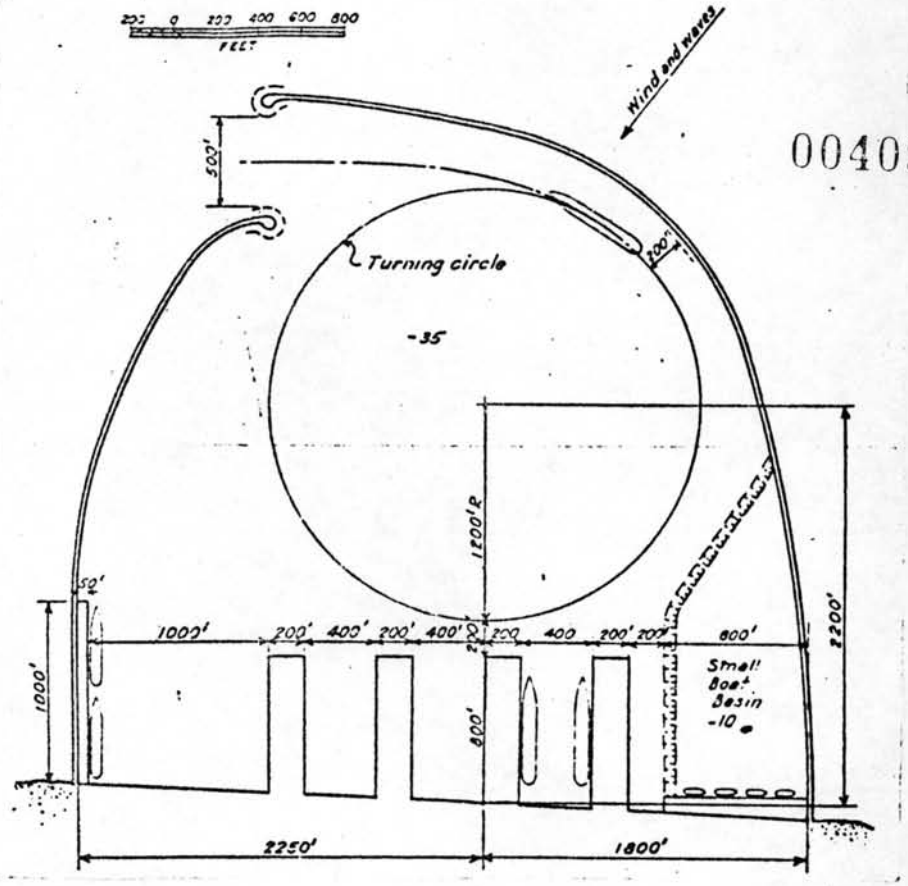
รูปที่ 2.3.3 เป็นท่าเรืออีกชนิดหนึ่งที่ยาวและแคบ โดยมีทางเข้าทางหนึ่ง และทางออกอีกทางหนึ่ง มีที่จอดเรือขนาด 600 ฟุต ได้ 3 ลำ และขนาด 400 ฟุต 1 ลำ ตามความยาวของท่า 2,500 ฟุต ท่าชนิดนี้กว้างจากท่าถึงเขื่อนกันคลื่นเพียง 1,500 ฟุต สามารถให้เรือทอดสมอรอเข้าเทียบท่าได้อีก 2 ลำ



รูปที่ 2.3.3 แบบร่างของท่าเรือขนาดกลางชนิดทางเข้าออกแยกกันต่างหาก Quinn (11)

รูปที่ 2.3.4 เป็นท่าลักษณะสี่เหลี่ยม มีเขื่อนกันคลื่น 2 เขื่อน เป็นรูปแขน โดยมีทางเข้าทางเดียว มีที่จอดเรือหลายท่า และที่กลับเรือขนาดใหญ่ที่มีรัศมียาวเป็น 2 เท่าของเรือลำที่ใหญ่ที่สุด แต่มีที่น้อยสำหรับเรือที่จอดทอดสมอรอเทียบท่าหรือหลบพายุ ที่กลับเรือขนาดเล็กที่สุดต้องมีรัศมีเท่ากับความยาวของเรือ แต่เรือจะต้องใช้ความระมัดระวังมาก

004098

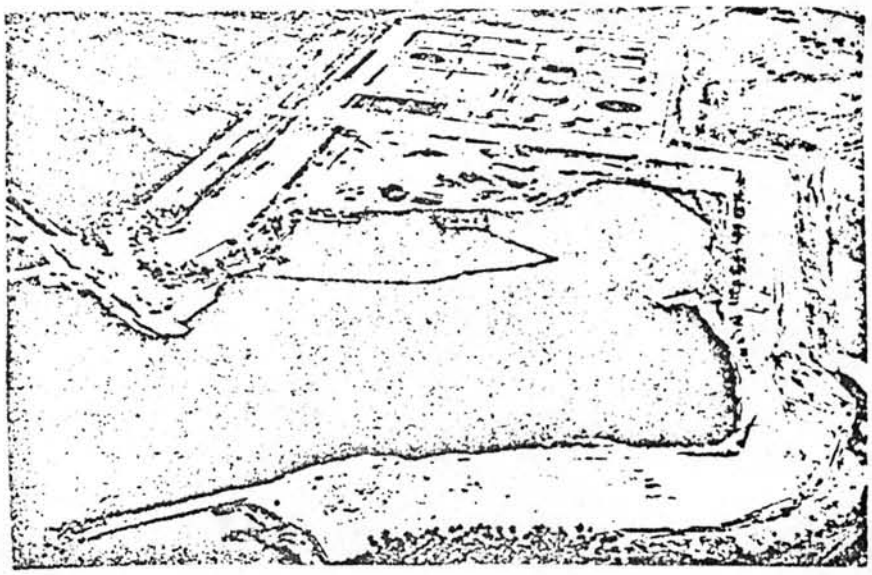


รูปที่ 2.3.4 แบบร่างของท่าเรือขนาดกลางชนิดมีที่กลับเรือใหญ่เต็มขนาด Quinn (11)

ถ้าชายฝั่งมีลักษณะเป็นที่ต่ำจะต้องถมให้สูงเหนือระดับน้ำทะเลสูงสุด เพื่อว่าน้ำจะได้ไม่ท่วม ในกรณีเช่นนี้เป็นการดีที่จะทำท่าลึกเข้าไปในฝั่ง ค่าก่อสร้างของวิธีนี้ขึ้นอยู่กับความยาวและความลึกของร่องน้ำที่ต้องขุดลอกถึงแนวชายฝั่ง

รูปที่ 2.3.5 แสดงถึงท่าที่กำลังก่อสร้างขณะที่กำลังขุดลอกอยู่ ข้อดีของท่าชนิดนี้คือสามารถขยายได้โดยไม่ต้องทำเขื่อนกันคลื่นเพิ่มเติม ในการเลือกสถานที่ที่จะสร้างควรวางแผนการขยายตัวในอนาคตไว้ให้พร้อม

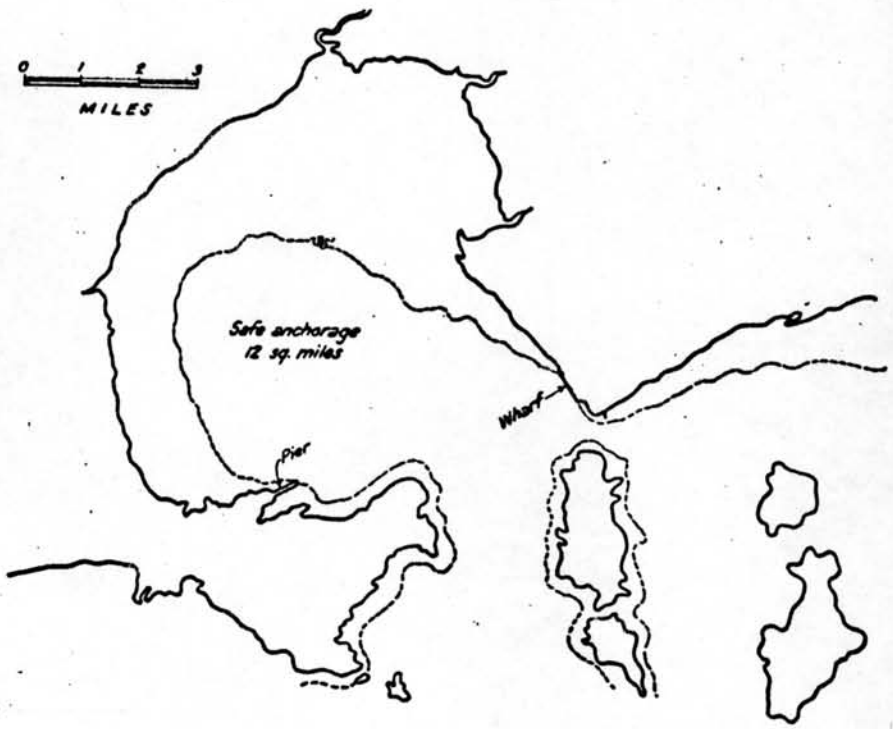
118161819



รูปที่ 2.3.5 ท่าเรือบาบูเกา เปอร์โตริโก Quinn (11)

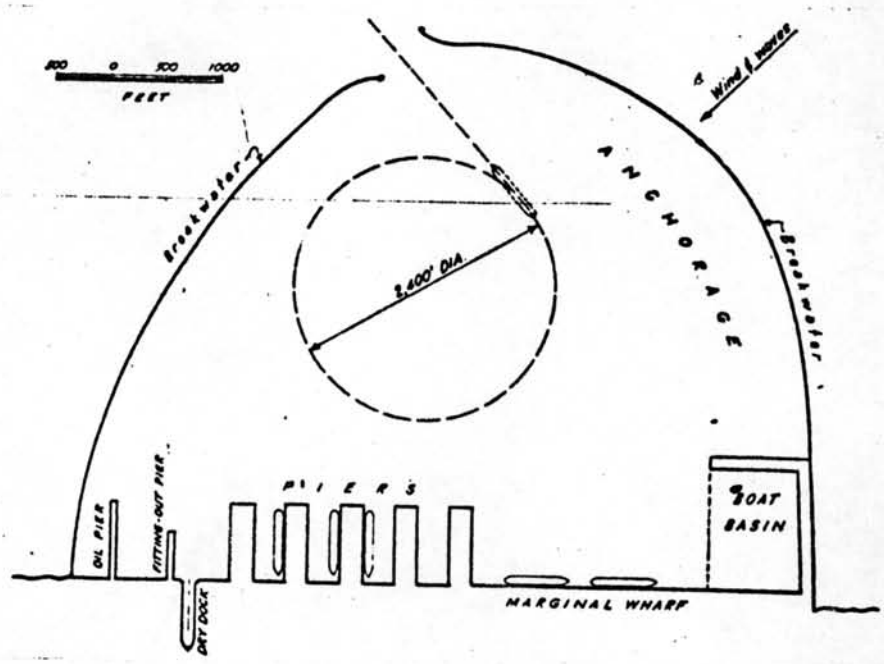
รูปที่ 2.3.6 เป็นท่าเรือธรรมชาติในซีกโลกตะวันตกที่เหมาะสมมาก เพราะเรือเดินสมุทรสามารถเข้าไปหลบพายุได้ ท่านี้เพิ่งจะพัฒนาให้เป็นท่าเรือเมื่อเร็ว ๆ นี้เอง และยังมีที่ว่างอีกมากสำหรับเป็นท่าเทียบเรือเพิ่มเติม

จุดที่จะทำท่าเทียบเรือถูกกำหนดโดยสภาพของก้นอ่าว และสภาพชายฝั่งอ่าวกว้างประมาณ 6 ไมล์ ยาว 6 ไมล์ และมีเกาะหลายเกาะคอยกำบังที่ปากอ่าว เกาะเหล่านี้อยู่ห่างจากกันไกลพอที่จะมีทางเข้าเป็นร่องน้ำลึก คลื่นภายในอ่าวสูงไม่เกิน 3 ฟุต และคลื่นนี้เกิดขึ้นจากลมที่พัดเข้ามาตามช่องว่าง ถ้าท่าเรือธรรมชาติใหญ่เกินไปจะทำให้เกิดคลื่นภายในอ่าว ซึ่งจะทำให้เรือเทียบท่าลำบาก หรือจอดไม่ได้เลยถ้าไม่มีเขื่อนกันคลื่น หรือทำท่าด้านในอีกชั้นหนึ่ง สำหรับการเทียบท่าที่สะดวก ความสูงของคลื่นไม่ควรเกิน 2 ฟุต และลมไม่ควรเกิน 10 – 15 ไมล์ ต่อชั่วโมง แต่ถ้าเป็นการขนถ่ายสินค้าที่ไม่ต้องบรรจุหีบห่อ เรือจะสามารถทนคลื่นได้ถึง 4 ฟุต โดยทั่ว ๆ ไป เรือที่กำลังจะจอดเทียบจะถูกลม และกระแสน้ำรบกวนมากกว่าคลื่น ถ้าเรือลำนั้นเบาอาจจำเป็นต้องใช้เรือลากเข้าไปจอด



รูปที่ 2.3.6 ท่าเรือธรรมชาติในอีกโลกตะวันตก Quinn (11)

รูปที่ 2.3.7 เป็นท่าที่สร้างขึ้นใหญ่พอให้เรือเดินสมุทร 14 ลำ และเรือชายฝั่งเล็ก ๆ อีกจำนวนหนึ่งจอดเทียบ นอกจากนี้ยังมีที่กลับเรือ และมีพื้นที่อีกส่วนหนึ่งสำหรับเรือกินน้ำตื้นทอดสมอหลบพายุ หรือรอเข้าเทียบท่า พื้นที่ท่าชนิดนี้ประมาณ 1.5 ตารางไมล์ ลักษณะน้ำตื้นทำให้สามารถสร้างเขื่อนกันคลื่น ทำให้มีบริเวณสำหรับเรือชายฝั่งทอดสมอจอด และถ้ามีการขุดลอกพื้นที่บางส่วนจะทำให้เรือเดินสมุทรเข้าไปจอดรอได้เช่นกัน เรือใหญ่มักจะสามารถสู้พายุได้ดีกว่าเรือเล็ก การจัดสถานที่สำหรับให้เรือเล็กทอดสมอในขณะที่มีคลื่นลมจึงมีความจำเป็นมากกว่าที่จะเตรียมไว้ให้เรือใหญ่



รูปที่ 2.3.7 แบบร่างของท่าเรือขนาดใหญ่
มีที่จอดเรือกลางน้ำ Quinn (11)

2.4 ชนิด ที่ตั้ง และความสูงของเขื่อนกันคลื่น

สถานที่ตั้งและขนาดของเขื่อนกันคลื่นขึ้นอยู่กับทิศทางของคลื่นขนาดใหญ่ ลักษณะของชายฝั่ง และขนาดของท่าเรือ เขื่อนกันคลื่นอาจประกอบด้วย 2 แขนยื่นออกไปจากฝั่ง และมีเขื่อนกันคลื่นชนิดเดี่ยวขนานกับชายฝั่ง ทำให้มีทางเข้าออกได้ 2 ทาง ดังรูปที่ 2.3.3 หรือมีทางเข้าออกเพียงทางเดียว ถ้าเขื่อนกันคลื่นที่ขนานกับชายฝั่งเชื่อมกับแขนที่ยื่นออกจากฝั่งข้างใดข้างหนึ่ง มักจะมีลักษณะเป็นรูปโค้ง เช่นในรูปที่ 2.3.2 หรืออาจจะมีเพียงแขนเดียวยื่นออกจากฝั่ง หรืออาจจะมี 2 แขนวิ่งเข้าหากันและซ้อนกันเล็กน้อย ตามรูปที่ 2.3.4 การเลือกแบบที่เหมาะสมที่สุดส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับทิศทางของคลื่นที่ใหญ่ที่สุด แต่การที่จะเลือกแบบใดที่จะให้ได้ผลดีที่สุดได้จากการทดลอง

คลื่นมักจะวิ่งมาจากหลายทิศทาง และโดยทั่ว ๆ ไป ท่าเรือควรจะมีทางเรือเข้าออก 2 ทาง โดยให้เข้าจากทิศที่มีคลื่นและลมน้อย และออกไปทางทิศที่มีคลื่นและลมมาก ทั้งนี้เพราะ

เวลาออกจากท่า เรือสามารถบังคับทิศทางได้อิสระในพื้นน้ำที่โล่งได้ง่ายกว่า แต่เวลาเข้าท่า เรืออยู่ในพื้นน้ำที่จำกัดและต้องชลอความเร็ว ต้องเอียงลำเรือเล็กน้อยในการเข้าเทียบท่า

เขื่อนกันคลื่นชนิดแขนข้างเดียวจะใช้ในกรณีที่มีคลื่นจากทิศทางเดียวเท่านั้น หรือในกรณีที่ลักษณะชายฝั่งไม่ทำให้เกิดคลื่นที่รบกวนภายในท่า

2.5 <u>ที่ตั้งและความกว้างของปากทางเข้าท่าเรือ</u>

เพื่อไม่ให้เกิดคลื่นใหญ่ภายในท่าเรือ ปากทางเข้าไม่ควรกว้างเกินกว่าที่จะเดินเรือได้โดยปลอดภัย และไม่ให้เกิดกระแสน้ำไหลแรงเวลาน้ำขึ้นน้ำลง ความกว้างของปากทางควรได้สัดส่วนกับขนาดของท่าเรือ และขนาดของเรือ ควรใช้ความกว้างต่อไปนี้เป็นมาตรฐาน ปากทางกว้าง 300 ฟุต สำหรับท่าเรือเล็ก 400 – 500 ฟุต สำหรับท่าเรือขนาดกลาง 500 – 800 ฟุต สำหรับท่าเรือขนาดใหญ่ ปากทางควรจะตั้งอยู่ในด้านที่อับลม ถ้าหากว่าจำเป็นจะต้องตั้งอยู่ในด้านที่ปะทะลม เขื่อนกันคลื่นควรจะซ้อนกันเพื่อให้เรือผ่านเข้าปากทางมีโอกาสที่จะหันไปตามลมโดยไม่ถูกคลื่นปะทะข้างเรือ วิธีนี้ภายในท่าจะพ้นอันตรายจากคลื่น แต่ตามปรกติแล้วเป็นไปได้ยากที่จะป้องกันท่าเรือจากอิทธิพลของคลื่นได้หมดสิ้น

ถ้าทางเข้าท่าเรือไม่มีอะไรกำบังคลื่นพายุจะผ่านเข้าไปในท่า และถ้าไม่ปะทะอะไรคลื่นจะค่อย ๆ ลดต่ำลงหลังจากที่ผ่านทางเข้าเข้าไปในท่าแล้ว ในท่าที่มีกระแสน้ำแรง ความกว้างของปากทางเข้าควรจะเพียงพอที่จะป้องกันไม่ให้ความเร็วของกระแสน้ำเวลาน้ำลงเกินกว่า 4 ฟุต ต่อวินาที มิฉะนั้น อาจจะมีผลกระทบกระเทือนต่อการเดินเรือ และอาจจะทำให้ฐานรากของเขื่อนกันคลื่นสึกกร่อน

เมื่อคลื่นผ่านทางเข้าและปะทะกับสิ่งกีดขวางที่ตั้งตรงคลื่นจะสะท้อนและทำให้เกิดคลื่นสูงภายในท่า เราสามารถแก้ไขได้โดยการสร้างหาดกันคลื่นสะท้อน ซึ่งอาจมีลักษณะเป็นหิน หรือวัสดุเป็นเม็ด ๆ เอียงแบนราบดังที่อยู่ข้างหน้า อย่างไรก็ตาม ถ้าสิ่งที่ทำให้คลื่นสะท้อนนี้เป็นท่าจอดเรือ วิธีการนี้จะใช้ไม่ได้ ต้องหาวิธีอื่น

เมื่อขุดลอกปากทางเข้าท่าเรือและก้นอ่าวเป็นทรายละเอียดหรือโคลน จะต้องคอยระวัง

ผลจากการกระทบกระเทือนของเชื่อนกันคลื่นต่อกระแสน้ำตามชายฝั่ง เพราะเชื่อนกันคลื่นอาจจะทำให้ทรายไปตกตะกอนอยู่ที่ปากทาง นอกเสียจากว่ากระแสน้ำขึ้นลงแรงพอที่จะทำให้ทรายที่กำลังจะตกตะกอนสลายตัวไป ไม่เช่นนั้นก็ต้องใช้วิธีขุดลอกให้ลึกกว่าปรกติ เพื่อจะได้ไม่ต้องขุดลอกบ่อยครั้ง

2.6 <u>ความลึกและความกว้างของร่องน้ำ</u>

ความลึกและความกว้างของร่องน้ำขึ้นอยู่กับขนาดของเรือใหญ่ที่สุดที่จะผ่านเข้ามา และจะกำหนดให้เรือแล่นสวนกันได้หรือไม่ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับส่วนประกอบรองลงมา ได้แก่ ความเร็วของเรือ ระดับน้ำขึ้นลง กระแสน้ำ คลื่นลม และส่วนโค้งของร่องน้ำ

ในปี พ.ศ. 2497 เรือกินน้ำลึกมากที่สุด 40 ฟุต ได้แก่เรือโดยสารควีนอลิซาเบธ หลังจากนั้นเรือที่สร้างใหม่มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยเฉพาะเรือบรรทุกน้ำมัน และในปีเดียวกันนี้มีเรือขนาด 85,000 DWT. กินน้ำลึก 46 ฟุต ออกใช้งานทั้ง ๆ ที่ร่องน้ำโดยทั่วไปในขณะนั้นมีความลึกไม่เกิน 40 – 42 ฟุต และหลังจากมีเรือขนาด 326,000 DWT. กินน้ำลึก 81 ฟุต ในปี พ.ศ. 2511 แล้ว ไม่มีแนวโน้มว่าเรือบรรทุกน้ำมันจะมีขนาดใหญ่กว่านี้อีก

เรือบรรทุกสินค้าก็มีขนาดใหญ่ขึ้นเหมือนกันถึงแม้จะใหญ่ไม่เทียบเท่าเรือบรรทุกน้ำมันก็ตาม ในปี พ.ศ. 2497 เรือบรรทุกสินค้าที่ใหญ่ที่สุดมีชื่อว่า Oil Chief บรรทุกได้ 60,000 DWT. มีขนาดกินน้ำลึก 38 ฟุต และความกว้าง 112 ฟุต แต่ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2510 เรือ San Juan Exporter กินน้ำลึก 50 ฟุต กว้าง 124 ฟุต เรือบรรทุกสินค้าลำใหญ่ที่มีมาชื่อ Cedros บรรทุกได้ 170,000 DWT. กินน้ำลึก 62 ฟุต เรือลำนี้เดินทางจากเม็กซิโกไปญี่ปุ่น จนกระทั่งเกิดวิกฤติการณ์คลองสุเอซ จึงถูกเปลี่ยนเป็นเรือบรรทุกน้ำมัน ถึงแม้จะคาดการณ์ล่วงหน้าว่าเรือบรรทุกสินค้าจะใหญ่ขึ้นเรื่อย ๆ แต่เรือบรรทุกสินค้าจะไม่กินน้ำลึกเกินกว่า 60 ฟุต เพราะว่าเรือบรรทุกสินค้านี้ไม่สามารถที่จะขนสินค้าลงเรือลำเล็กห่างจากฝั่งได้รวดเร็วเท่ากับเรือบรรทุกน้ำมันขนาดยักษ์ แต่ว่าการกินน้ำลึกของเรือโดยสารกลับมีแนวโน้มตรงกันข้าม ขณะนี้คาดว่า จะกินน้ำลึกไม่เกิน 36 ฟุต ส่วนเรือรบนั้นจำกัดเรื่องการกินน้ำลึก เพื่อให้สามารถผ่านคลองใหญ่ ๆ ได้ ความสามารถที่จะกินน้ำลึกคงจะไม่เพิ่มขึ้น และไม่มีแนวโน้มที่แน่ชัดว่าเรือบรรทุกสินค้าหีบห่อ

จะมีขนาดใหญ่ขึ้นเช่นเรือบรรทุกสินค้าชนิดไม่ต้องบรรจุหีบห่อ ยกเว้นเรือคอนเทนเนอร์ ซึ่งจะมีขนาดใหญ่ขึ้นเช่นเดียวกัน

เรือบรรทุกน้ำมันขนาดใหญ่ 326,000 DWT. สามารถที่จะถ่ายลงเรือลำเล็กนอกฝั่งในน้ำลึก ซึ่งจะทำให้เรือไม่เกยตื้น เรือบรรทุกน้ำมันนี้คงจะไม่เข้าเทียบท่าเรือใหญ่ ๆ ในโลก เพราะว่าการขุดลอกจะต้องสิ้นเปลืองเงินมาก และโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุซึ่งจะทำให้เกิดมลภาวะร้ายแรงจะทำให้เรือประเภทนี้อยู่ห่างจากบริเวณที่คับคั่ง เรือบรรทุกสินแร่เหล็กจะต้องกินน้ำลึก 60 ฟุต แต่ว่าจะใช้ท่าจอดเรือพิเศษ และคงจะไม่มีผลต่อการพัฒนาท่าเรือทั่วไป

สำหรับเรือบรรทุกน้ำมันขนาดใหญ่ และเรือบรรทุกสินค้าขนาดใหญ่ ควรสร้างท่าเรือพิเศษแยกต่างหาก ร่องน้ำสำหรับท่าเรือพิเศษนี้จะขุดลึก 60 ฟุต นอกจากว่าเรือจะจอดนอกฝั่งในน้ำลึก แต่ร่องน้ำไม่จำเป็นต้องกว้างกว่าร่องน้ำที่ไปสู่ท่าเรือหลัก เพราะว่ามีเรือใหญ่น้อยลำ จึงใช้ร่องน้ำเฉพาะให้เรือแล่นได้ทางเดียว ความกว้างของร่องน้ำที่เหมาะสมทราบได้จากการทดสอบที่ดลองปานามา ใน transaction ของสมาคมวิศวกรโยธาอเมริกัน (2492) ซึ่งระบุว่าความกว้างของร่องน้ำควรจะกว้าง 160 – 200 % ของความกว้างของเรือ ช่องว่างระหว่างเรือที่แล่นสวนกันควรจะเท่ากับความกว้างของเรือใหญ่ที่สุด แต่ต้องไม่น้อยกว่า 100 ฟุต ถ้าเราออกแบบร่องน้ำสำหรับเรือ 2 ลำ แล่นสวนกันได้โดยเรือมีความกว้าง 120 ฟุต เรือลำหนึ่งในสองลำนี้จะเป็นเรือโดยสารขนาดใหญ่ และอีกลำหนึ่งเป็นเรือบรรทุกน้ำมัน หรือ เรือบรรทุกสินแร่ ซึ่งสามารถแล่นในร่องน้ำลึก 42 ฟุต จะได้ร่องน้ำกว้างประมาณ 600 ฟุต ความลาดเอียงของฝั่งข้างละประมาณ 100 ฟุต แสดงว่า ความกว้าง 800 ฟุต เป็นขนาดที่เหมาะสมในการพิจารณาบริเวณที่จะใช้สำหรับร่องน้ำไปสู่ท่าเรือ ร่องน้ำนี้จะพาไปสู่ที่กลับเรือที่หน้าท่า

โดยสภาพทั่ว ๆ ไป ความลึกของร่องน้ำทางเดินเรือ และบริเวณอ่าวจอดเรือ จะต้องมีความลึกเพียงพอสำหรับการสัญจรทางน้ำ ในขณะที่เรือมีระวางบรรทุกเต็มที่ ณ ระดับน้ำลงต่ำสุด และความลึกนี้จะต้องเผื่อไว้สำหรับความโคลง (กระเพื่อม) ของเรือด้วย ซึ่งมีความลึกประมาณ $\frac{1}{2}$ ของความสูงคลื่น และจะต้องมีช่องว่างห่างจากใต้ท้องเรือ ประมาณ 2 – 4 ฟุต และถ้าก้นท้องน้ำมีสภาพเป็นหิน จะต้องเพิ่มความลึกขึ้นอีก ดังนั้น ในการกำหนดร่องน้ำจะต้องปราศจากโขดหิน

หรือสิ่งกีดขวางต่าง ๆ ในการออกแบบที่ดี ความสูงของคลื่นในบริเวณท่าเทียบเรือไม่เกิน 2 ฟุต ซึ่งจะต้องเผื่อไว้ 1 ฟุต จากใต้ท้องเรือ ดังนั้น ความลึกบริเวณท่าเทียบเรือจะต้องมีความลึกมากกว่าระดับน้ำต่ำสุดเมื่อเรือบรรทุกเต็ม บวก 4 ฟุต สำหรับก้นท้องน้ำที่มีสภาพไม่แข็ง ส่วนที่มีสภาพเป็นหิน จะต้องเผื่อความลึกไว้ถึง 6 ฟุต ดังนั้น ความลึกของท่าเทียบเรือต่าง ๆ จะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ รวมทั้งความสูงของคลื่นในบริเวณท่าเทียบเรือด้วย ซึ่งจะทราบได้จากการทดลองของแบบจำลอง (Model Test) ในการออกแบบ จะต้องดูสภาพใต้ท้องน้ำด้วย ถ้ามีสภาพเป็นหิน การขุดลอกก็จะแพง และผู้ออกแบบจะต้องระวังในการกำหนดความลึกของท่าเทียบเรือด้วย ท่าเรือพาณิชย์บางแห่ง เรือที่เข้าเทียบท่าจะมาตัวเปล่า และบรรทุกเต็มระวางเมื่อออกไป เช่น ท่าเทียบเรือสำหรับขนแร่เหล็ก ถ้ามีการแยกร่องน้ำทางเดินเรือ ทั้งทางเข้าและออก ความลึกของทางเข้าก็จะลดลงได้ ส่วนความลึกที่จะต้องขุดลอกให้เต็มที่ก็เฉพาะบริเวณตัวท่าเทียบเรือเท่านั้น และเรือจะออกจากท่าได้ต้องรอให้น้ำขึ้นเสียก่อน วิธีนี้จะลดความลึกบริเวณอ่าวจอดเรือได้ ความลึกของอ่าวสำหรับจอดเรือทั่ว ๆ ไป จะมีความลึกไม่เกิน 40 ฟุต สำหรับเรือบรรทุกน้ำมันขนาดใหญ่ ๆ ประมาณ 326,000 ตัน จะใช้ความลึกถึง 81 ฟุต ซึ่งจะเป็นปัญหาในการออกแบบเป็นอย่างมาก ซึ่งปัญหาต่าง ๆ สามารถแก้ไขได้ คือ

1. ทำเครื่องหมายในน้ำ ให้เรือบรรทุกใหญ่ ๆ เดินเรือได้อย่างปลอดภัย
2. ถ่ายน้ำหนักจากเรือใหญ่ลงเรือเล็ก เพื่อลดความลึกของระดับน้ำให้เหลือไม่เกิน 40 ฟุต ซึ่งจะช่วยให้เรือบรรทุกขนาดเล็กเทียบท่าได้
3. สร้างสถานี หรือท่าเทียบเรือขนถ่ายในบริเวณน้ำลึก ซึ่งจะใช้เทียบเรือขนาดใหญ่ ๆ ถึง 326,000 DWT. ได้
4. ขุดลอกท่าเรือ และร่องน้ำให้ลึกขึ้น

กระแสน้ำขึ้นลง จะมีส่วนสำคัญในการกำหนดความลึกของท่าเรือ ความแตกต่างของระดับน้ำตลอดชายฝั่งสหรัฐ มากกว่า 10 ฟุต ซึ่งสภาพนี้จะแตกต่างจากบริเวณรอบ ๆ เกาะอังกฤษ และชายฝั่งยุโรปตะวันตก ซึ่งท่าเรือลิเวอร์พูลของอังกฤษ จะมีระดับน้ำขึ้นลงแตกต่างกันถึง 27 ฟุต ที่ลอนดอน 20 ฟุต ที่ฝรั่งเศส 20 ฟุต และที่อื่น ๆ ก็มีค่าแตกต่างกันมาก จากปัญหาระดับน้ำขึ้นลงเหล่านี้ ในบางแห่งจะใช้อู่น้ำสำหรับเป็นที่จอดเรือ ซึ่งในสภาพเช่นนี้ เรือสินค้าจะลอยน้ำอยู่

ตลอดเวลา ไม่ว่าน้ำจะขึ้นลงอย่างไรก็ตาม อู่แบบนี้จะมีประตูกั้นน้ำปิดเปิดขนาดใหญ่ เครื่องมือทุ่นแรง และเครื่องปั๊มน้ำ รวมทั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ วิธีนี้จะเสียค่าใช้จ่ายและค่าบำรุงรักษาสูง สำหรับความแตกต่างของระดับน้ำ 10 – 15 ฟุต ไม่จำเป็นต้องใช้อู่แบบนี้

2.7 <u>จำนวน ที่ตั้ง และชนิดของท่าเทียบเรือ</u>

ลักษณะการทำงานของท่าแต่ละท่าแตกต่างกันออกไป บางแห่งอาจจะมีท่าเทียบเรือชนิดยื่นออกจากฝั่งเพียงท่าเดียว บางแห่งก็มีนับร้อยท่า เช่น ที่ท่าเรือนิวยอร์ค จำนวนท่าเทียบเรือขึ้นอยู่กับจำนวนเรือ และเวลาที่จอดสำหรับขนถ่ายสินค้า และผู้โดยสาร โดยปรกติเรือลำหนึ่งจะจอดในท่าไม่เกิน 48 ชั่วโมง และสำหรับเรือที่บรรทุกสินค้าที่ไม่ได้บรรจุหีบห่อ จะใช้เวลาขนถ่าย 24 ชั่วโมง หรือน้อยกว่า

สินค้าพิเศษได้แก่ ปลา ไม้ซุง วัตถุระเบิด ไนเตรต ฯลฯ มีลักษณะพิเศษแตกต่างจากสินค้าธรรมดา จึงควรขนถ่ายและเก็บในสถานที่นอกท่า หรือในท่าพิเศษ

ท่าปลา จะมีที่กำบังสำหรับเรือหาปลา และมีท่าที่จะขนปลาขึ้นเรือลำใหญ่หลังจากที่บรรจุกระป๋อง หรือทำเป็นอาหารปลาแล้ว บนฝั่งจะมีบริเวณสำหรับโรงงานทำปลากระป๋อง หรืออาหารปลา และมีอู่ซ่อมเรือ ด้วย

สำหรับไม้ซุงจะต้องมีที่เก็บบนฝั่งที่มีขนาดใหญ่ อาจจะถึง 125 ไร่ เพื่อไม่ให้รบกวนท่าเกิดความคับคั่งเวลาขนขึ้น หรือขนลงเรือ ไม้ซุงอาจจะใช้เรือลำเลียงหรือใช้แพ ที่เก็บบนฝั่งอาจอยู่ไกลจากท่า

ส่วนไนเตรตจะบรรจุในถุง และวัตถุระเบิดจะบรรจุในหีบไม้ และไม่เปลืองที่เก็บ เพราะสินค้าเหล่านี้ขนตรงไปที่ริมท่า และขึ้นเรือได้เลย

ท่าเรือมักจัดสรรที่ดินสำหรับอุตสาหกรรม ซึ่งอาจอยู่ริมน้ำ และมีท่าของตัวเอง หรือลึกเข้าไปบนบก และอาศัยท่าสาธารณะ อุตสาหกรรมที่กลายเป็นส่วนหนึ่งของท่าเรือใหญ่มี โรงกลั่นน้ำมัน โรงงานเปรโตเคมีคอล โรงงานปุ๋ยเคมี โรงงานน้ำตาล โรงงานแป้ง และโรงงานเคมีภัณฑ์

สิ่งเหล่านี้เวลาส่งเข้า หรือส่งออก จะมีปริมาณมาก จึงจำเป็นต้องขนส่งทางน้ำ ขนาดที่ดินที่ใช้สำหรับอุตสาหกรรมเหล่านี้ไม่แน่นอน แต่ถ้าเป็นไปได้ควรเตรียมไว้หลายร้อยไร่ เพราะจะเป็นแหล่งรายได้ในอนาคต และเป็นสิ่งที่ช่วยให้ท่าเรือพัฒนา

ท่าเรือโดยสาร ควรมีบริเวณกว้างริมน้ำ หรือใกล้ริมน้ำสำหรับจอดรถนักท่องเที่ยว และผู้มาเยือน เนื่องจากพื้นที่บนฝั่งมีค่า และมีน้อย การวางแผนในปัจจุบันนี้มักจัดให้มีอาคารหลายชั้น หรือมีหลังคาราบสำหรับจอดรถ ตึกอำนวยการต้องมีที่จอดรถใกล้ ๆ แต่จะไม่มีปัญหาเพราะว่าตึกนี้มักจะอยู่ใกล้น้ำ ซึ่งมีที่มากกว่า ควรจัดสถานที่จอดรถส่วนกลางอยู่ในส่วนลึกของท่า โดยมีรถเมล์บริการไปตามจุดต่าง ๆ

การออกแบบท่าเทียบเรือ และวัสดุที่จะใช้ในการก่อสร้าง ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมหลายอย่าง คือ

1. ความต้องการเดิม และประสพการณ์

เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างการออกแบบของยุโรป และอเมริกา จะเห็นได้ว่า ท่าเรือในยุโรปก่อสร้างแน่นหนา และแข็งแรงกว่า

2. สถานที่จะก่อสร้าง

สภาพของชั้นรากฐานจะต้องดี และการกัดกร่อนของน้ำจะต้องน้อย

3. วัสดุที่จะใช้

ไม้ เหล็ก คอนกรีต หิน และอื่น ๆ จะต้องหาได้ง่าย

4. ความคงทนแข็งแรงในการก่อสร้าง

ท่าเทียบเรือของรัฐจะสร้างให้คงทนถาวรได้นาน ๆ ส่วนท่าเรือพาณิชย์ทั่ว ๆ ไป มักจะกำหนดอายุในการสร้างท่าเรือว่า ควรจะใช้ได้ในช่วงเวลาที่กำหนด ทั้งนี้เพื่อเป็นการประหยัด

5. ความประหยัดในการก่อสร้าง

ท่าเทียบเรือมีแบบต่าง ๆ กัน โดยใช้วัสดุในการก่อสร้างหลาย ๆ ชนิด ในการเลือกวัสดุจะต้องใช้ชนิดที่ประหยัดที่สุด

6. ขนาดและน้ำหนักของเรือที่จะเข้าเทียบท่า

ปัจจุบันเรือมีขนาดใหญ่ และหนักมาก การสร้างท่าตามริมฝั่งมักจะมีความลึกของน้ำ

ถึง 50 ฟุต ซึ่งการจะใช้ sheet pile สำหรับตัวริมเขื่อน ไม่สามารถทำได้

7. วิธีการก่อสร้าง

แบบในการก่อสร้างจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับสถานที่ ในที่ ๆ มีคลื่นลมจัด การยกวัสดุหนัก ๆ โดยปั้นจั่นลอยน้ำไม่สามารถทำได้ จะต้องใช้วิธียกบนบก และมีช่วงการยกได้ไกล การขุดลอกจะเริ่มทำเมื่อได้สร้างท่าเทียบเรือเรียบร้อยแล้ว ถ้าระยะเวลาก่อสร้างจำกัด แบบก่อสร้างบางแบบจะสามารถสร้างได้รวดเร็ว การเคลื่อนย้ายเครื่องมือ และการขนส่งวัสดุก็มีส่วนทำให้ช้าหรือเร็วได้เช่นกัน

ท่าเทียบเรือริมฝั่งและท่าที่ยื่นไปในทะเลจะต้องอยู่ในที่กำบังของเขื่อนกั้นน้ำเป็นอย่างดี และท่าที่ยื่นไปในทะเลจะต้องหันทิศทางให้โดนคลื่น และลมน้อยที่สุดสำหรับบริเวณที่มีการป้องกันไม่ดีพอ

2.8 สิ่งอำนวยความสะดวกในท่าเรือ

สิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับขนาดของท่าเรือ และขอบเขตของการบริการ

โรงพักสินค้า ตั้งอยู่ด้านหน้าเขื่อนเทียบเรือ ซึ่งใช้ประโยชน์สำหรับเก็บ หรือกองสินค้าในระยะเวลาสั้น ๆ เพื่อรอการขนถ่ายหลังจากที่ได้ขนย้ายจากเรือแล้ว

คลังสินค้า อาจใช้แทนโรงพักสินค้าได้ในท่าเรือบางแห่ง แต่สถานที่จะอยู่ห่างจากโรงพักสินค้าในบริเวณท่าเรือส่วนใดก็ได้ แต่ไม่ได้ตั้งอยู่บนตัวเขื่อนเทียบเรือเช่นโรงพักสินค้า แต่สถานที่ตั้งที่เหมาะของคลังสินค้า ควรจะอยู่ด้านหลังของโรงพักสินค้า และมีระยะใกล้ ๆ กัน คลังสินค้าสามารถเก็บของได้ทั้งระยะสั้นและระยะยาว ส่วนมากใช้เก็บสินค้าทั่วไป สินค้าพิเศษบนและสินค้าที่ต้องแช่เย็น

การเก็บสินค้าที่ไม่ใช่หีบห่อ สามารถกองไว้เป็นกอง ๆ ในโกดัง และขนย้ายโดยสายพาน สำหรับสินค้าประเภทเมล็ด กองไว้ในถัง หรือไซโล หรือถ้าเป็นของเหลวก็เก็บไว้ในถังใหญ่ ๆ ซึ่งควรตั้งอยู่ด้านหน้า หรือริมเขื่อนท่าเทียบเรือ ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการขนถ่ายลงเรือ แต่ถ้าท่าเรือบางแห่งสถานที่หน้าท่าคับแคบ และไม่เหมาะสม ก็จะตั้งอยู่ในที่ไกลออกไป แต่การขนถ่ายจากเรือจะต้องใช้สายพาน หรือท่อยาว ๆ

อาคารที่ทำการของท่าเรือ เป็นอาคารที่ทำการของงานบริหาร และหน่วยงานศุลกากร อาคารของศุลกากร ควรจะอยู่ในที่ซึ่งสะดวกในการติดต่อ และใกล้กับท่า

อาคารยาม ตั้งอยู่ตามจุดสำคัญ ๆ ของบริเวณท่าเรือ

อาคารการขนถ่ายสินค้า เป็นอาคารสำหรับเก็บเครื่องมือในการขนถ่ายสินค้า มีห้องเก็บของ ห้องอาบน้ำ และสิ่งอำนวยความสะดวกของคนงานขนถ่ายด้วย

อาคารอื่น ๆ เป็นอาคารซึ่งบริหารงานเกี่ยวกับงานกับเพลิง เครื่องมือทุ่นแรง โรงไฟฟ้า โรงขยะ โรงงานซ่อม อู่แห้ง รถไฟ ท่าเทียบเรือประมง เป็นต้น

2.9 <u>การสำรวจสถานที่ก่อสร้าง</u>

หลังจากที่ได้วางผังของท่าเรือเรียบร้อยแล้ว ก่อนจะออกแบบในขั้นสุดท้ายจำเป็นจะต้องมีข้อมูลเพิ่มเติม นอกจากจะเป็นการประหยัดแล้ว ยังสามารถประมาณราคาค่าก่อสร้างได้ถูกต้อง นอกจากนั้น ผู้รับเหมาที่จะยื่นเสนอราคาก็จำเป็นต้องรู้สภาพของชั้นดินต่าง ๆ และสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับงานก่อสร้างด้วย

การสำรวจสถานที่ประกอบด้วย

1. การสำรวจทางสมุทรศาสตร์ บริเวณสถานที่ ๆ จะจอดเรือ และร่องน้ำ รวมทั้งใต้ท้องน้ำด้วย
2. การสำรวจภูมิประเทศบนฝั่งที่จะสร้างท่า
3. การเจาะดินเพื่อหาคุณสมบัติ และหาแหล่งน้ำ
4. สำรวจกระแสน้ำ และการขึ้นลงของน้ำ
5. หารายละเอียดเพื่อทราบทิศทางของลม คลื่น และในบางแห่งที่มีแผ่นดินไหว หรือมีการสั่นสะเทือน หาราคาวัสดุ แรงงาน ที่พักอาศัย เป็นต้น

2.9.1 การสำรวจทางสมุทรศาสตร์

เป็นการหาคุณสมบัติของใต้ท้องน้ำ ควรจะให้กว้างไปยังพื้นที่โดยรอบด้วย กำหนดจุดที่น้ำขึ้นสูงสุด และต่ำสุด สิ่งกีดขวางต่าง ๆ ตามแนวฝั่ง บางครั้งจะต้องมีประตูน้ำ

เพื่อสำรวจสภาพใต้น้ำ เพื่อสำรวจขนาดหิน หรือเรือที่จมบริเวณนั้น ซึ่งจะต้องจัดการขนย้ายออกให้หมด

ในการสำรวจทางสมุทรศาสตร์ และแผนที่บนบก จะต้องกำหนดเส้นมาตรฐานไว้เพื่อจะได้กำหนดความยาว หรือทิศทางสิ่งต่าง ๆ ได้ถูกต้อง

2.9.2 การสำรวจภูมิประเทศ

ในการสำรวจภูมิประเทศบนพื้นดิน สำหรับสร้างท่าเรือ จะต้องทำเส้นแสดงระดับทุก ๆ ช่วง 2 – 5 ฟุต นอกจากนั้น แผนที่นี้จะต้องกำหนดจุดที่สำรวจดิน ณ อาคาร และจุดสำคัญต่าง ๆ เส้นต่าง ๆ จะกำหนดระดับจากระดับน้ำมาตรฐาน แผนที่จะต้องมีขนาดพอเหมาะ

2.9.3 การวิเคราะห์ดิน

บริเวณที่จอดเรือและร่องน้ำ การเจาะสำรวจดินจะทำตามจุดที่สำคัญ เพื่อหาคุณสมบัติของดินชั้นต่าง ๆ โดยเฉพาะบริเวณเชื่อนกันคลื่น ท่าเทียบเรือริมเชื่อน และตามโครงสร้างที่สร้างในน้ำ บริเวณที่เจาะขุดลอก เช่นดิน จะต้องเจาะดินทุก ๆ ระยะ 250 – 500 ฟุต

การเจาะดินบริเวณที่จะก่อสร้าง จะต้องวางแนวที่แน่นอน เช่น แนวเชื่อนกันคลื่น และท่าเทียบเรือ ทั้งนี้เพื่อทราบสภาพชั้นดินที่แน่นอน ทุก ๆ ระยะ 100 ฟุต ก็เพียงพอ ถ้าเป็นโครงสร้างใหญ่ ๆ ก็ควรจะเจาะ 2 หรือ 3 แนว แล้วจึงเขียน profile ทั้งแนวตามยาวและตามขวาง

ความลึกในการเจาะดิน ขึ้นอยู่กับสภาพของดิน และชั้น bedrock โดยทั่ว ๆ ไปการเจาะจะลึกประมาณ 150 ฟุต ซึ่งจะพบชั้นหิน และชั้นดินที่มีค่า bearing สูง สามารถรับน้ำหนักของเสาเข็ม หรือ caissons ได้ โดยทั่ว ๆ ไป ถ้าลึกเพียง 40 ฟุต ในชั้นดินแข็งก็จะรับน้ำหนักของโครงสร้างได้ แต่ถ้าจะดูคุณสมบัติดินที่จะขุดลอก ควรเจาะให้ลึกกว่าระดับที่จะขุดลอกเพียง 2 ฟุต ก็พอ แต่ถ้าพบหินขวางอยู่ก็ให้เจาะดินลึกลงไปถึง 5 ฟุต จากระดับที่จะขุดลอก

ในการเจาะดินสำหรับสร้างตัวท่า และอาคาร จะทดสอบจาก undisturbed soil เพื่อจะทราบว่า จะใช้เสาเข็มตอกลึกเท่าใด โดยทราบได้ค่า shearing strength และ consolidation coefficient สำหรับการเจาะดินในน้ำ จะต้องใช้เครื่องมือแบบเรือทุ่น

2.9.4 การสำรวจ หรือสังเกตการณ์กระแสน้ำ

เมื่อทราบสถานที่ที่จะสร้างท่าเรือแล้ว จะต้องทราบรายละเอียดคลื่นในบริเวณนั้น

ด้วยว่า มีความเร็วเท่าใด และทิศทางไปทางไหน เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย ทุ่นลอย เสาเล็ก ๆ และธง ทุ่นลอยนี้จะต้องถ่วงน้ำหนักให้พอดีกับผิวน้ำ ในการวัดจะต้องมีเส้น baseline บนฝั่ง และมีกล้อง transit ตั้งอยู่ที่ปลายทั้ง 2 ข้าง ทุ่นลอยนี้จะปล่อยให้ลอยบริเวณด้านนอกของเขื่อนกันคลื่น และจะลอยไปตามกระแสคลื่น ผู้ที่ส่องกล้องจะต้องบันทึกการเคลื่อนไหวเป็นระยะ จากนั้นก็นำมาเขียนลงกระดาษทำให้ทราบทั้งความเร็วและทิศทางของคลื่นได้