

การออกแบบฟอร์มแสดงรายละเอียดเฉพาะของการเชื่อมโดยคอมพิวเตอร์ Designed Format to perform Welding Procedure Specification by computer

นิพนธ์ ศิริศักดิ์¹

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนี้ความเจริญก้าวหน้าทางคอมพิวเตอร์ได้มีวิวัฒนาการเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว ทั้งทางด้านความเร็ว การประมวลผลและเก็บข้อมูลได้จำนวนมาก ด้วยเหตุนี้การพัฒนาสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปใช้ในการปฏิบัติงานจริง ในภาคอุตสาหกรรมและใช้ในการเรียนการสอนเพื่อความสะดวก รวดเร็ว ถูกต้องนั้นมีความจำเป็นอย่างมาก ในการแสดง ข้อมูลข้อกำหนดรายละเอียดเฉพาะในการเชื่อมที่ใช้กันอยู่ในวงการอุตสาหกรรมงานเชื่อมในประเทศไทยจะมีมาตรฐานในการ เขียนหลายมาตรฐาน อาทิเช่น ASME Section IX[1], AWS D1.1 [2], International Standard Organization (ISO 9956) [3,4,5] ซึ่งแต่ละมาตรฐานที่จะนำไปใช้นั้นจะมีโค้ดและข้อมูลแตกต่างกันไป ก่อนเขียนจำเป็นต้องมีการค้นคว้าในมาตรฐานเพื่อนำข้อมูลมารวบรวมลงในแบบฟอร์มรายละเอียดเฉพาะของการเชื่อม ซึ่งข้อมูลมีปริมาณมากเกิดความยุ่งยากซับซ้อน และอาจเกิดความเข้าใจผิดซึ่งทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้ การเขียนข้อกำหนดรายละเอียดในงานเชื่อมโลหะต้องมีการศึกษาทำความเข้าใจในแต่ละมาตรฐานให้ถ่องแท้และมั่นใจซึ่งต้องใช้เวลาในการศึกษานาน โปรแกรมนี้สามารถใช้เป็นตัวอย่างในการเขียนและสร้างข้อมูล ข้อกำหนดรายละเอียดในการเชื่อมได้เป็นอย่างดี และสามารถใช้เป็นชุดสื่อการเรียนการสอนได้ในสาขาวิศวกรรมการเชื่อมซึ่งมีรายวิชาที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเชื่อมในอุตสาหกรรมโดยตรง สามารถนำไปใช้กับงานในภาคอุตสาหกรรม ดังนั้นจึงควรมีการสร้างโปรแกรมการวิเคราะห์และออกแบบสำหรับแสดงข้อมูล ข้อกำหนดรายละเอียดในงานเชื่อมขึ้น ในการวิจัยนี้ใช้โปรแกรม Visual Basic 6 และ Microsoft Access 2000 มาแสดงรายละเอียดสร้างฐานข้อมูลจากข้อมูลมาตรฐาน ASME Section IX, AWS D1.1, International Standard Organization (ISO 9956) และออกแบบฟอร์มเพื่อแสดงข้อกำหนดรายละเอียดในงานเชื่อม (Welding Procedure Specification, WPS) และการทดสอบวิธีการดำเนินการเชื่อม (Procedure Qualification Record, PQR) ซึ่งผลการประเมินการใช้งานสามารถแสดงรายละเอียดเฉพาะได้โดยมีความรวดเร็ว ถูกต้อง และง่ายต่อการกรอกบันทึก ข้อมูลตลอดจนการค้นหาข้อมูล สามารถใช้กับภาคอุตสาหกรรมงานเชื่อมจริง และใช้กับการเรียนการสอนในสาขาวิศวกรรมการเชื่อมได้เป็นอย่างดี

Abstract

Nowadays the development of computer science is changing rapidly, resulting in the convenience of subjective analysis and the creating of a huge data base. Consequently the created computer program for using in industry is very significant in the convenience, speed and correctness that it produces. To design a programming for welding procedure specification, One problem welding has been developed in Thai industry is that there are many standards in use throughout the world such as ASME section IX [1], AWS D1.1[1] International Standard Organization (ISO9956) [3,4,5] etc. Each standard has it's own special code and differing methods of demonstration in standard form, which involve a lot of data and special details of welding. This result is a long procedure being supplied on the instruction form. Misunderstanding can easily occur, causing complications to arise. This research utilize visual Basic 6 and Microsoft Access 2000 to show the information of ASME Section IX, AWS D1.1 and International Standard (ISO 9956).The software and information can demonstrate and print out welding procedure specification (WPS) and procedure qualification record (PQR). The result of this research can show the WPS and PQR can be easily to fill and can show all detail and corrected information. This is essential in Industrial application and in Welding Engineering Education.

¹ ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล, คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1. บทนำ

ในการออกแบบรอยต่อหรือรูปแบบในงานเชื่อมโลหะต่างๆ ซึ่งมีกระบวนการเชื่อมมากมายที่ใช้กันอยู่ในอุตสาหกรรมงานเชื่อมโลหะในปัจจุบัน อาทิเช่น กระบวนการเชื่อมด้วยลวดหุ้มฟลักซ์ กระบวนการเชื่อมทิก กระบวนการเชื่อมมิก/แมก กระบวนการเชื่อมได้ผงฟลักซ์ และอื่นๆ อีกมากมาย แต่ละกระบวนการและกรรมวิธีการเชื่อมดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ต้องมีการกำหนดและออกแบบเขียนพารามิเตอร์ข้อกำหนดรายละเอียดในงานเชื่อมขึ้นมา เพื่อเป็นตัวกำหนดกรรมวิธีขั้นตอน กระบวนการในการเชื่อม และประกันคุณภาพงานเชื่อมนั้นๆ รวมไปถึงการรับรองคุณภาพผู้ปฏิบัติงานเชื่อมงานนั้นด้วย ซึ่งการจัดทำรายละเอียดนี้จะต้องมีการกำหนด ชนิดของวัสดุโลหะ กระบวนการเชื่อมที่จะใช้ในการเชื่อมโลหะชนิดนั้นๆ ว่าชนิดใดเหมาะสม รูปแบบการออกแบบรอยต่องานเชื่อมว่าจะต่อประกอบเข้าด้วยกันอย่างไร อาทิเช่น ต่อชน ต่อตัวที่ ต่อเกย ต่อมุม เป็นต้น การเตรียมรอยต่อจะต้องมีการเตรียมชิ้นงานรูปแบบใด มีมุมกี่องศา อาทิเช่น บากเป็นร่องตัววี มุม 60 องศา เป็นต้น ลวดเชื่อมที่จะนำมาทำการเชื่อมต้องใช้ลวดเชื่อมเกรดอะไร มีส่วนผสมอะไรบ้าง เชื่อมได้กับวัสดุที่ใช้เชื่อมหรือไม่อย่างไร ใช้กระแสไฟในการเชื่อมเท่าไร แกสชนิดอะไรบ้าง จะทำการเชื่อมจำนวนกี่แนว เชื่อมแนวไหนก่อนหลัง รวมไปถึงการเตรียมงานและทำความสะอาดชิ้นงานทั้งก่อนเชื่อมและหลังเชื่อมเสร็จแล้ว สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ผู้ที่ทำการออกแบบข้อกำหนดรายละเอียดในงานเชื่อมจะต้องทำการออกแบบโดยค้นคว้าหาข้อมูลต่างๆ ที่จะทำการเขียนมาจากเอกสารมาตรฐานต่างๆ ที่เป็นที่ยอมรับในอุตสาหกรรมงานเชื่อม เช่น มาตรฐาน ASME IX, AWS D1.1, ISO 9956 เป็นต้น ซึ่งแต่ละมาตรฐานนั้นมีเนื้อหามาก ต้องศึกษาทำความเข้าใจให้เข้าใจก่อนที่จะออกแบบเขียนเป็นข้อกำหนดรายละเอียดในงานเชื่อม ฉะนั้นในการออกแบบนั้นค่อนข้างที่จะยุ่งยากซับซ้อนจะต้องมีการเปิดเอกสารมาตรฐานค้นคว้าหาข้อมูลต่างๆ มาใส่ลงในแบบฟอร์มรายละเอียด

ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นที่มาของโครงการวิจัยนี้ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจัดทำข้อกำหนดรายละเอียดในงานเชื่อมขึ้น เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการปฏิบัติงานและความถูกต้องตามมาตรฐาน โดยสามารถเลือกมาตรฐานในการนำไปใช้ปฏิบัติงานได้และยังสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนสำหรับการศึกษาวิชาที่เกี่ยวข้องกับงานเชื่อมในอุตสาหกรรม

2. วิธีการดำเนินงาน

รวบรวมข้อมูลมาตรฐานงานเชื่อมจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.)
2. สำนักหอสมุดมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
3. สำนักหอสมุดสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
4. ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีไทย-ฝรั่งเศส
5. ผู้เชี่ยวชาญด้านงานเชื่อมภาคอุตสาหกรรม

ในการทำโครงการนี้ได้เลือกใช้มาตรฐานที่นำมาใช้กับอุตสาหกรรมงานเชื่อมกันอย่างกว้างขวาง คืองานเชื่อมโครงสร้างโลหะ งานเชื่อมภาชนะรับแรงดันและงานเชื่อมทั่วไป ตามมาตรฐาน ASME Section IX, AWS D1.1 Structural Welding Code Steel, International Standard Organization (ISO 9956) [3,4,5] งานวิจัยนี้เป็นการจัดสร้างโปรแกรมการวิเคราะห์และออกแบบสำหรับแสดงข้อมูล ข้อกำหนดรายละเอียดเฉพาะของงานเชื่อม (Welding Procedure Specification, WPS) ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1. ส่วนของฐานข้อมูลมาตรฐาน
2. ส่วนของหน้าจอโปรแกรม Welding Procedure Specification (WPS)

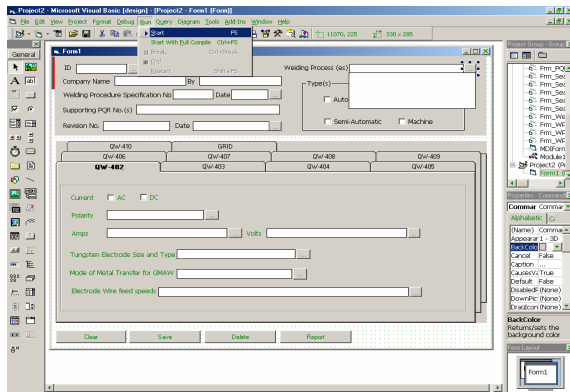
การสร้างโปรแกรมการวิเคราะห์และออกแบบสำหรับแสดงข้อมูลข้อกำหนดรายละเอียดของงานเชื่อม (WPS) เริ่มจากการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูล มาตรฐานต่างๆ ทั้งหมดที่จะนำมาทำเป็นฐานข้อมูลของโปรแกรม และได้มีการศึกษาการใช้งานของโปรแกรม Microsoft Visual Basic และโปรแกรม Microsoft Access 2000 เพื่อใช้ในการทำโปรแกรมการเตรียมรายละเอียดข้อกำหนดเฉพาะของงานเชื่อม

ในการสร้างฐานข้อมูลได้มีการเตรียมข้อมูลที่จะนำไปใส่เป็นฐานข้อมูลให้กับตัวโปรแกรม โดยหลังจากการรวบรวมข้อมูลได้พร้อมเรียบร้อยแล้วจะต้องมีการกำหนดความสัมพันธ์ของข้อมูลพารามิเตอร์ ตัวแปรต่างๆ ให้มีความสัมพันธ์กันมากที่สุด ซึ่งตัวแปรที่ทำการใส่ลงในฐานข้อมูลนั้นบางตัวแปรจะมีความสัมพันธ์ระหว่างกัน อาจจะมีสัมพันธ์กันมากกว่าสองตัวแปรขึ้นไป เช่น อันดับแรก ถ้าเลือกชนิดของวัสดุ ลำดับความสัมพันธ์ก็จะเกี่ยวเนื่องกันตามมาได้แก่กระบวนการเชื่อม เช่นกระบวนการเชื่อมด้วยลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ (Shield Metal Arc Welding, SMAW) สัญลักษณ์ใช้ในอเมริกา คือ SMAW สัญลักษณ์ใช้ในยุโรปและสากลคือ (111) [6] กระบวนการเชื่อมทิก (Gas Tungsten Arc Welding, GTAW) สัญลักษณ์ใช้ในอเมริกา คือ TIG สัญลักษณ์ใช้ในยุโรปและสากลคือ (141) [6] กระบวนการเชื่อมมิก/แมก (Gas Metal Arc Welding, GMAW) สัญลักษณ์ใช้ในอเมริกา คือ MAG สัญลักษณ์ใช้ในยุโรปและสากลคือ (131/135) [6] อันดับต่อมาได้แก่ ชนิดของลวดเชื่อม ซึ่งลวดเชื่อมจะมีการกำหนดชื่อเรียกลวดเชื่อมต่างๆ กัน เช่น ลวดเชื่อมหุ้มฟลักซ์ได้แก่ E6010, E6013, E 7016, E7018 เป็นต้น ลวดเชื่อมเปลือยสำหรับกระบวนการเชื่อมทิก มิก/แมก ได้แก่ ER 70S-2, ER 80S-G, ER 90S-G เป็นต้น อันดับต่อมาได้แก่ ขนาดความโตของลวดที่ใช้ เช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.6, 3.2, 4.0 มม. สำหรับกระบวนการเชื่อมด้วยลวดหุ้มฟลักซ์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8, 1.0, 1.2 มม. สำหรับกระบวนการเชื่อมทิก มิก/แมก เป็นต้น อันดับต่อมาได้แก่ ปริมาณกระแสไฟฟ้า ปริมาณแรงดันไฟฟ้าที่จะใช้กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลวดเชื่อมขนาดต่างๆ ซึ่งจากที่กล่าวมานี้ยังมีความสัมพันธ์ของข้อมูลต่างๆ ในโปรแกรมนี้อยู่

ในการออกแบบตัวโปรแกรมได้ทำการ ออกแบบเพื่อให้ผู้ใช้สามารถกำหนดข้อกำหนดรายละเอียดเฉพาะของการเชื่อมตามหัวข้อ

ของกลุ่ม ตัวแปร ดังที่กล่าวไว้แล้วข้างต้น ทั้งสิบกลุ่มตัวแปรตามที่แต่ละมาตรฐานได้กำหนดไว้ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 1,2,3,4,5,6,7

ในรูปที่ 1 เป็นขั้นตอนการออกแบบ รูปแบบฟอร์มของโปรแกรมแสดงที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีข้อมูล ตัวแปรตรงตามข้อกำหนดในมาตรฐานต่างๆ ที่เลือกใช้



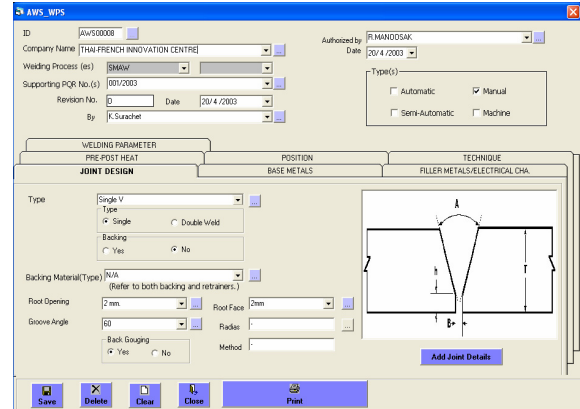
รูปที่ 1 รูปการออกแบบฟอร์มตามกลุ่มตัวแปรต่างๆ
ในโปรแกรม

รูปที่ 2 เป็นส่วนหน้าจอของโปรแกรม เมื่อเข้าโปรแกรมแล้วสามารถเลือกมาตรฐานต่างๆ ที่ต้องการกำหนดข้อกำหนดรายละเอียดของงานเชื่อมตามมาตรฐานต่างๆ บริเวณแถบเมนูด้านบน

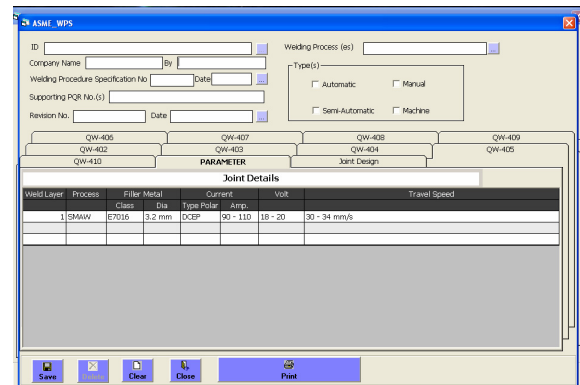


รูปที่ 2 รูปหน้าจอโปรแกรม

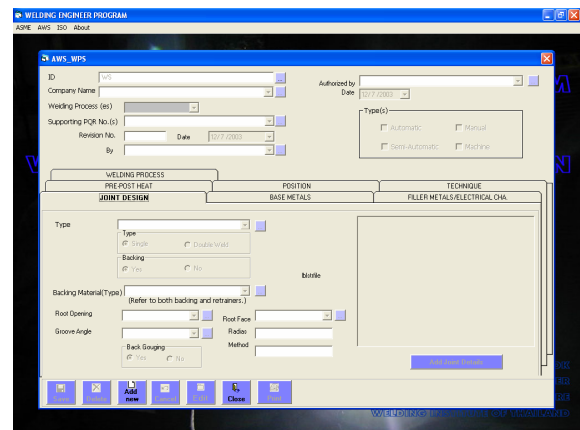
รูปที่ 3, 4, 5, 6, 7 ในโปรแกรมจะมีฟอร์มตารางสำหรับเติมข้อมูลข้อกำหนดรายละเอียดของการเชื่อมตามแต่ละมาตรฐาน การเติมค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในแบบฟอร์มของโปรแกรมตามมาตรฐานต่างๆ ที่ต้องการซึ่งจะมีช่องว่างสำหรับเติมข้อมูลหรือมีช่องรายการ โดยจะมีรายละเอียดตัวแปรให้เลือกรายการข้อมูลได้ สามารถเลือกข้อมูลที่มีอยู่ในตารางรายการโดยไม่ต้องพิมพ์ข้อมูลลงไปในช่องว่าง แต่ถ้าในตารางรายการไม่มีข้อมูลที่ต้องการก็สามารถพิมพ์ข้อมูลใหม่ลงไปในช่องว่างได้



รูปที่ 3 รูปการเติมค่าพารามิเตอร์ในฟอร์มของโปรแกรม



รูปที่ 4 รูปการเติมค่าพารามิเตอร์ในฟอร์มของโปรแกรม



รูปที่ 5 รูปแบบฟอร์มตามกลุ่มตัวแปรต่างๆในมาตรฐาน
AWS D1.1

รูปที่ 6 รูปแบบฟอร์มตามกลุ่มตัวแปรต่างๆ ในมาตรฐาน ASME Section IX

รูปที่ 7 รูปแบบฟอร์มตามกลุ่มตัวแปรต่างๆ ในมาตรฐาน ISO 9956

หลังจากทำการกรอกข้อมูลต่างๆ ลงไปในโปรแกรมแล้วจะแสดงผลออกมาตามรูปแบบฟอร์มที่ออกแบบไว้ในโปรแกรม ดังแสดงในรูปที่ 8

รูปที่ 8 รูปแบบฟอร์มที่แสดงจากการกำหนดรายละเอียดเฉพาะงานเชื่อมพร้อมที่จะพิมพ์

ออกเป็นใบรายงานผลที่ทำการบันทึกข้อมูลไว้

รูปที่ 9 รูปตัวอย่างใบรายงานผลข้อกำหนดรายละเอียดในงานเชื่อมที่สมบูรณ์

3. ผลการทดลอง

ผลจากการทดลองใช้โปรแกรมนี้ได้จากการทดลองใช้จากผู้ที่เกี่ยวข้องกับงานเชื่อมโดยตรง จำนวนผู้ทำการทดลองใช้โปรแกรมรวม 10 ท่าน โดยแบ่งเกณฑ์การทดสอบเป็นแบบพึงพอใจ ระดับดีมาก ดี พอใช้ ไม่ดี โดยช่วงเปอร์เซ็นต์การแบ่งเกณฑ์คิดเป็นดังนี้

- ระดับดีมาก 76-100 เปอร์เซนต์
- ระดับดี 51-75 เปอร์เซนต์
- ระดับพอใช้ 26-50 เปอร์เซนต์
- ระดับไม่ดี 0-25 เปอร์เซนต์

ผลจากการประเมิน

1. ความสะดวกรวดเร็วในการใช้งานเปรียบเทียบกับเปิดตำราเขียนอยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยเท่ากับ 96 เปอร์เซนต์
2. ปริมาณข้อมูล ความแม่นยำ ความถูกต้องสำหรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ อยู่ในระดับดี คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยเท่ากับ 72 เปอร์เซนต์
3. ความสัมพันธ์กันของพารามิเตอร์ตัวแปรต่างๆ อยู่ในระดับดี คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยเท่ากับ 70 เปอร์เซนต์
4. การจำแนกข้อมูลพารามิเตอร์ตามชนิดมาตรฐานต่างๆ อยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยเท่ากับ 98 เปอร์เซนต์

5. ความง่ายและสะดวกในการใช้โปรแกรมอยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยเท่ากับ 84 เปอร์เซ็นต์

6. ความเหมาะสมของรูปแบบฟอร์มบันทึก อยู่ในระดับดี คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยเท่ากับ 72 เปอร์เซ็นต์

7. การค้นหาข้อมูลที่บันทึกไว้หรือค้นหาข้อมูลเพื่อนำมาใช้แก้ไขอยู่ในระดับดี คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยเท่ากับ 68 เปอร์เซ็นต์

8. การนำโปรแกรมไปใช้กับงานจริง ๆ อยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยเท่ากับ 98 เปอร์เซ็นต์

9. ความสมบูรณ์ สวยงามของรูปแบบฟอร์มใบแสดงผลอยู่ในระดับดีมาก คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยเท่ากับ 96 เปอร์เซ็นต์

10. ประสิทธิภาพโดยรวมของโปรแกรมมีประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี คิดเป็นเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยเท่ากับ 74 เปอร์เซ็นต์

4. สรุปผลการวิจัย

สรุปผลการทดลองใช้โปรแกรมโดยรวมสามารถให้ความสะดวก รวดเร็ว และความถูกต้องในการเขียนแบบฟอร์มข้อกำหนด รายละเอียดเฉพาะของการเชื่อมได้ดี โปรแกรมสามารถวิเคราะห์ข้อมูลที่กรอกข้อมูลลงในแบบฟอร์มและสามารถแสดงข้อมูลของตัวแปรในงานเชื่อมที่มีความสัมพันธ์กัน ดังเช่น เมื่อเลือกกระบวนการเชื่อมแล้ว จะมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องไปยังชนิดของลวดเชื่อมและยังเกี่ยวเนื่องถึงการเลือกชนิดของวัสดุที่นำมาใช้อีก โปรแกรมสามารถเพิ่มเติมข้อมูลได้ในกรณีที่ผู้เขียนต้องการรายละเอียดเฉพาะที่ไม่ตรงกับฐานข้อมูลของโปรแกรม

5. ข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยนี้มีข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องซึ่งจะส่งผลถึงข้อมูลที่ได้และต้องพิจารณา คือ

1. ผู้ที่จะใช้โปรแกรมการจัดเตรียมรายละเอียดเฉพาะของงานเชื่อมได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรจะมีความรู้ ความสามารถด้านงานเชื่อมมาก่อน

2. ผู้ที่จะใช้โปรแกรมการจัดเตรียมรายละเอียดเฉพาะงานเชื่อมต้องมีเอกสารมาตรฐานอ้างอิง คือ มาตรฐาน ASME ที่ว่าด้วยเรื่อง Boiler & Pressure Vessel Code Section IX มาตรฐาน AWS D 1.1 และมาตรฐาน ISO 9956 เพื่อมาใช้ในการประกอบการอ้างอิงในการเขียนข้อกำหนดต่าง ๆ นี้

3. ผู้ที่ใช้โปรแกรมการจัดเตรียมรายละเอียดเฉพาะงานเชื่อมจะต้องมีความรู้ ความสามารถทางด้านภาษาอังกฤษและคอมพิวเตอร์พอสมควร

4. การออกแบบแสดงรายละเอียดเฉพาะของการเชื่อมจะมีการเชื่อมโยงกันอยู่หลายส่วน ควรจัดให้มีการเชื่อมโยงโดยอัตโนมัติ เพื่อความสะดวกของผู้เขียนบันทึกหรือผู้จัดทำรายละเอียดเฉพาะของการเชื่อม ในกรณีสำหรับผู้ที่ต้องการทำการวิจัยต่อไป

5. งานเชื่อมจะมีเอกสารหลายอย่างเพื่อใช้สำหรับยืนยันถึงคุณภาพของการเชื่อมที่ได้ เช่น บันทึกผลการทดสอบคุณสมบัติของ

วิธีการเชื่อม (Procedure Qualification Record, PQR) การทดสอบช่างเชื่อม (Welder Performance Qualifications, WPQ) ควรมีการทำแบบฟอร์มเอกสารเหล่านี้โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยเหมือนงานวิจัยนี้ เพื่อความเชื่อมโยงกันของโปรแกรม

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ดร. บวรโชค ผู้พัฒน ที่ปรึกษาโครงการ ค้นคว้าอิสระ เรื่อง โปรแกรมการวิเคราะห์และออกแบบสำหรับแสดงข้อมูลข้อกำหนดรายละเอียดในงานเชื่อม โลหะ กลุ่ม P1 ของนาย มนุศักดิ์ ฤกษ์ปานิ นักศึกษาวศกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมการเชื่อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ ที่สนับสนุนทุนวิจัย ไว้ ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] American Society of Mechanical Engineer, "Welding and Brazing Qualifications, ASME Boiler and Pressure Vessel Code :Section IX", New York, U.S.A. 2001.
- [2] American Welding Society, "Structural Welding Code Steel, AWS D1.1/D1.1 M:2002" An American National Standard, U.S.A, August 31, 2001.
- [3] International Standard Organize, International Standard ISO 9956-1, "Specification and approval of welding procedures for metallic materials, Part 1: General rules for fusion welding", Switzerland, 1995.
- [4] International Standard Organize, "International Standard ISO 9956-2:1995(E), Specification and approval of welding procedures for metallic materials, Part 2: Welding procedure specification for arc welding", Switzerland, 1995.
- [5] International Standard Organize, "International Standard ISO 9956-3: 1995(E), Specification and approval of welding procedures for metallic materials, Part 3: Welding procedure tests for the arc welding of steels", Switzerland, 1995.
- [6] International Standard Organize, "International Standard ISO 4603, Welding, brazing soldering and braze welding of metals Nomenclature of processes and reference numbers for symbolic representation on drawing", Switzerland, 1990.