บทคัดย่อ

ปัจจุบันขั้นตอนการดำเนินงานก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กต่าง ๆ ต้องมีการควบคุมคุณภาพคอนกรีตที่ได้ให้ได้ความแข็งแรงตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยการสุ่มตัวอย่างคอนกรีตมาทำการทดสอบกำลังอัด ซึ่งมีทั้งแบบรูปทรงลูกบาศก์ตามมาตรฐานของประเทศอังกฤษและรูปทรงกระบอกตามมาตรฐานของประเทศอเมริกา ซึ่งนิยมใช้ในประเทศไทยเป็นอย่างมาก ซึ่งการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตรูปทรงทรงกระบอกนั้นต้องทำการปรับแต่งผิวหน้าให้เรียบ เพื่อให้สามารถรับกำลังได้สม่ำเสมอเต็มทั่วทั้งผิวหน้าคอนกรีต ปกติแล้วนิยมใช้กำมะถันเคลือบผิวหน้า โดยข้อเสียของการใช้กำมะถันคือ ไม่ควรนำมาใช้หลายครั้งเพราะทำให้คุณภาพด้อยลง และกำมะถันเป็นวัตถุมีพิษที่เกิดอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจของผู้ปฏิบัติการทดสอบได้ ดังนั้นหลายหน่วยงานที่ทำการทดสอบกำลังอัดคอนกรีตได้มีการนำวัสดุอื่นมาประยุกต์ใช้ทดแทนกำมะถัน ซึ่งที่นิยมกันมากในขณะนี้คือแผ่นยางสังเคราะห์ทั้งเสริมเส้นใยและไม่เสริมเส้นใยที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศและมีราคาแพง หรือบางหน่วยงานใช้แผ่นยางราคาถูกที่ผลิตภายในประเทศ โดยซื้อมาแผ่นใหญ่ ๆ และนำมาตัดเป็นแผ่นวงกลมเอง ซึ่งเป็นสาเหตุให้ผลการทดสอบอาจคลาดเคลื่อนได้ง่าย งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาวัสดุรองปลายแท่งตัวอย่างคอนกรีตรูปทรงกระบอก ด้วยการออกสูตรแผ่นยางโดยใช้น้ำยางพาราในประเทศไทย ซึ่งเป็นยางธรรมชาติที่มีมากและมีปริมาณการส่งออกเป็นอันดับ 1 ของโลก เป็นวัสดุหลักเพื่อส่งเสริมการทำสวนยางตามนโยบายของชาติ โดยการออกสูตรแผ่นยางพารานี้จะนำมาทดสอบการรับกำลังอัดของแท่งตัวอย่างคอนกรีตรูปทรงกระบอกเปรียบเทียบกับกำมะถัน เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมและได้ค่ากำลังอัดใกล้เคียงกับการใช้กำมะถันเคลือบผิวหน้า ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดอันตรายจากกำมะถัน ประหยัดค่าใช้จ่ายจากการนำเข้าแผ่นยางสังเคราะห์จากต่างประเทศ และเป็นการพัฒนานำยางพารามาใช้ให้เกิดประโยชน์เป็นผลิตภัณฑ์ในงานก่อสร้างต่อไป

วิธีการดำเนินงานวิจัยแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก ด้วยกันคือ ขั้นตอนที่ 1 การออกสูตรยางที่ใช้สารตัวเติมเสริมแรงคือ ผงเขม่าดำแต่เพียงอย่างเดียว มาทำการผสมวัตถุดิบด้วยเครื่องบดระบบเปิดและขึ้นรูปเป็นแผ่นด้วยวิธีการอัดแม่พิมพ์แบบร้อน แล้วทำการเลือกเกรดของผงเขม่าดำที่ดีที่สุดจาก 4 เกรด โดยการพิจารณาความเหมาะสมจากสมบัติพื้นฐานประกอบกับสมบัติเชิงกลที่ได้จากการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM มาทำการออกสูตรยางในขั้นตอนที่ 2 ซึ่งเป็นการผสมแคลเซียมคาร์บอเนตเพิ่มลงไปสำหรับลดต้นทุน ในส่วนนี้จะทำการเปรียบเทียบอัตราส่วนระหว่างผงเขม่าดำและแคลเซียมคาร์บอเนต โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วนผสมด้วยกัน และทำการขึ้นรูปพร้อมทั้งทดสอบสมบัติเชิงกลเหมือนกับในขั้นตอนที่ 1 คือ ค่าการคืนตัวหลังการกดอัดตามมาตรฐาน ASTM D395 ค่าความทนต่อแรงดึงตามมาตรฐาน ASTM D412 ค่าความเครียดตามมาตรฐาน ASTM D412 ค่าความแข็งตามมาตรฐาน ASTM D2240 และค่าความทนการฉีกขาดตามมาตรฐาน ASTM D624 แล้วจึงดำเนินงานในขั้นตอนที่ 3 คือทำการทดสอบกำลังอัดคอนกรีตตามมาตรฐาน ASTM C39 โดยการใช้แผ่นยางพาราที่ได้รองปลายครอบด้วยเบ้าเหล็กเปรียบเทียบกับการใช้กำมะถันเคลือบปลาย

จากผลการออกสูตรแผ่นยางพาราสำหรับใช้รองปลายแท่งคอนกรีตสำหรับทดสอบกำลังอัด ตามที่แบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ขั้นตอนนั้นพบว่า การเลือกใช้เกรดของผงเขม่าดำที่เหมาะสมในขั้นตอนแรกได้เป็นเกรด N330 เนื่องจากมีสมบัติเชิงกลที่มีค่าเฉลี่ยเป็นกลางมากที่สุด และหาซื้อได้ง่าย การทดสอบในขั้นตอนที่ 2 คือ ทดสอบสมบัติเชิงกลของแผ่นยางที่ได้ออกสูตร ปรากฏว่าเมื่อผสมแคลเซียมคาร์บอเนตมีผลช่วยเพิ่มสมบัติเชิงกลได้ และการที่ผสมผงเขม่าดำในปริมาณที่สูงกว่า 60 phr ทำให้ค่าความแข็งเพิ่มขึ้น แต่ค่าการคืนตัวร้อยละ การทนแรงดึง ความเครียดร้อยละ และการทนต่อการฉีกขาด มีค่าลดลงตามปริมาณผงเขม่าดำที่เพิ่มขึ้น ส่วนขั้นตอนที่ 3 การใช้แผ่นยางเป็นวัสดุรองปลายแท่งคอนกรีตในการทดสอบกำลังอัดคอนกรีตเปรียบเทียบกับกำมะถัน ได้สูตรยางที่เหมาะสมมากที่สุดคือ 100N : 50C โดยมีค่ากำลังอัดเป็น 1.07 เท่า ของกำมะถัน รองลงไปเป็นสูตร 80N : 50C, 60N : 50C และ 60N : 0C มีค่าเป็น 0.89 0.82 และ 0.59 เท่า ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาความคุ้มค่าทางด้านการลงทุนแล้ว พบว่าในปัจจุบันแผ่นยางสังเคราะห์เสริมเส้นใยที่นำเข้าจากต่างประเทศมีราคาประมาณแผ่นละ 500-800 บาท ส่วนแผ่นยางที่มีจำหน่ายในประเทศไทยราคาแผ่นละประมาณ 180 บาท และเมื่อคำนวณจากค่าใช้จ่ายในการดำเนินการวิจัยไม่รวมงบลงทุนแล้ว แผ่นยางที่ได้ออกสูตรนี้มีราคาอยู่ที่ไม่เกินแผ่นละ 50 บาท และ 1 แผ่น สามารถใช้ทดสอบซ้ำได้มากกว่า 10 ครั้ง ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้สูงที่จะนำสูตรยางนี้ไปพัฒนาในเชิงธุรกิจได้ต่อไป

Abstract

Currently, the process of construction of reinforced concrete buildings is controlled by controlling the quality of concrete in which the strength of concrete must be followed the specification. By random the concrete samples for compression test, the samples have both cubic sample for British standard and cylindrical sample for American standard in which the latter is used widely in Thailand. In testing process for cylindrical samples, the surface of samples must be flatten and smoothen for bearing the uniformly distributed load at full surface. Normally, sulphur is utilized as a capping of concrete samples but the disadvantages of using the sulphur are the reduction of quality of sulphur that used repeatedly and sulphur is toxic matter that may harms the respiratory system of the staffs. Hence many organizations use alternative material instead of sulphur. The most preferably one is synthetic rubber both reinforced fiber and non-reinforced fiber types which must be imported from aboard and they are expensive. Some organizations use the rubber within the country by purchasing the full size of rubber plates and cutting into circle which causes to the inaccurate results. Thus in this research, for encouraging the planting of para-rubber followed the national policy, we study the capping-material for cylindrical concrete by using latex in Thailand — Thailand can produce the large amount of natural rubber and export at the first rank in the world — as the major component. The design formulas of para-rubber will be tested with the cylindrical concrete samples for acquiring the compressive strength and the results are compared to those with sulphur. The use of para-rubber may obtain the following advantages: reduce the danger from using sulphur, save the cost from importing the synthetic rubbers from aboard and develop the usefulness of para-rubber in construction society.

The research methodology is divided into three processes. The first process is to design formulas by using the reinforcement filler as the carbon black only. The compound is mixed by open mill and formed as the para-rubber plates by hot compression mould. By selecting the best type of carbon black from 4 types, the type of carbon black is chosen by considering from basic and mechanical properties under ASTM standard. The design formula from step 1 is used in step 2. In the second process, the calcium carbonate is added for reducing the cost. In this part, the comparison of the results for each ratio of carbon black to calcium carbonate is performed. By dividing the ratios of carbon black to calcium carbonate into four ratios and forming into the para-rubber plate, each ratio will be tested for mechanical properties which are compression set under ASTM D395, tensile strength under ASTM D412, strain under ASTM D412, hardness under ASTM D2240 and tear strength under ASTM D624 and these results will also be compared each other. In the third process, the compressive strength of concrete under ASTM C39 is determined by using para-rubber associated with steel casing at the ends and the results are compared to those with sulphur capping at the ends.

From the results of design formulas for capping the concrete for compression test by three processes of testing, it is found that the suitable type of carbon black is N330 because there are average values of mechanical properties and easy to buy. In the second process, it reveals that adding calcium carbonate can improve the mechanical properties of para-rubber plates. For increasing the amount of carbon black at over 60 phr, the hardness is increased but compression set, tensile strength, strain and tear strength are declined. In the third process which is the use of para-rubber for capping concrete in compression test, by comparison with the results from sulphur, it is found that the most suitable formula is 100N : 50C which is obtained the compressive strength 1.07 times higher than those using sulphur. The subsequent formulas are 80N : 50C, 60N : 50C and 60N : 0C for compressive strength 0.89, 0.82 and 0.59 times lower than those using sulphur respectively.

By considering the return on investment, it is found that the synthetic rubbers imported from aboard have the price around 500-800 baths per piece and the price of the rubber in the country is approximately 180 baths per piece. By calculating the cost from this research excluding the investment cost, the price of para-rubber plate at this formula is less than 50 baths per piece and each piece has ability in testing repeatedly for more than 10 times. Hence there is the possibility for developing this formula in business purposes.