

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับทราย

ทรายเป็นคำที่มีความหมายกว้าง คลุมไปถึงหินหรือแร่ธาตุต่าง ๆ ที่ถูกบดให้เป็นเม็ดเล็ก ๆ ร่วน ไม่เกาะกันแน่น สามารถมองเห็นเม็ดทรายได้ด้วยตาเปล่า ในทางวิชาการทรายหมายถึง quartz ที่เป็นเม็ดเล็ก ๆ และอาจจะมีแร่ธาตุอย่างอื่นปะปนเป็นส่วนน้อย เช่น เฟลด์สปาร์ (feldspar) ไมกา (mica) โลมอนต์ (limonite) ทัวร์มาลีน (tourmaline) การ์เนต (garnet) ไทเทเนียมไททาเนต (titanite) เซอร์คอน (zircon) แคลไซต์ (calcite) โดโลไมต์ (dolomite) ฮอรับบเลนด (hornblende) และเหล็กออกไซด์ (iron oxides) ทรายที่มีลักษณะ เป็นสีดำเนื่องจากมีปริมาณของแร่สีคล้ำ (dark minerals) ปนอยู่มาก

การเกิดของทราย

ทรายเกิดขึ้นโดยทั่วไปในธรรมชาติ การเจาะ การระเบิด การขุดต่าง ๆ ก็เป็นการทำให้เกิดทรายขึ้นได้แต่ก็เป็นเพียงปริมาณน้อยเท่านั้น ทรายที่เกิดโดยธรรมชาตินั้นจะพบได้เกือบทุกหนทุกแห่ง ทรายเหล่านี้เกิดขึ้นได้ทั้งโดยกระบวนการทางเคมีและทางฟิสิกส์ ทรายที่เกิดในน้ำอาจจะเกิดขึ้นได้เนื่องจากการไหลของน้ำ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ หรือความเป็นกรดและด่างของน้ำ ฯลฯ คลื่นที่เคลื่อนเข้ากระทบฝั่งก็ทำให้เกิดทรายได้ กระแสน้ำ ความร้อนเย็น น้ำฝนที่ไหลเขาเข้าไปในรอยแตกตลอดจนการเคลื่อนที่ของธารน้ำแข็ง ก็จะทำให้หินแตกกลายเป็นทรายได้ ทรายอาจจะเกิดได้ทั้งอยู่ในที่เดิม (in situ) หรือถูกพัดพามาจากที่อื่น โดยกระแสน้ำหรือกระแสน้ำ หรือทั้งสองอย่างร่วมกัน

แหล่งทรายบางแห่งเกิดอยู่กับที่โดยการผุพังของหิน เช่น หินจำพวกหินทราย คลื่น ลม และกระแสน้ำ จัดเป็นตัวการสำคัญในการคัดขนาด (sorting) ของทราย และทำให้การสะสมของสินแร่บางชนิดที่ปนอยู่กับทรายมีความเข้มข้นขึ้น (concentration) เรียงตัวกันเป็นชั้น การสะสมตัวของทรายทำให้เกิดเป็นแหล่งทรายชนิดต่าง ๆ กัน เช่น sand bar, delta และหาดทรายตามชายทะเลหรือทะเลสาบ ส่วน sand dune นั้น เกิดจากลมพัดทรายมารวมกันเป็นกอง ๆ การแบ่งชนิดและการเรียกชื่อของแหล่งทรายขึ้นอยู่กับสถานที่ของการกำเนิดแหล่งทรายนั่น

เช่น river sand, lake sand, dune sand เป็นต้น

ลักษณะและคุณสมบัติของทราย

ลักษณะที่เรียกว่าทรายดีหรือไม่ (good or poor sorting) นั้นขึ้นอยู่กับ การเคลื่อนที่ของทราย ทรายที่มีขนาดเท่ากัน มีความมนของขอบ เม็ดทรายนับว่าเป็นทรายชนิดดี (good sorting) ทรายชนิดนี้เกิดจากการเคลื่อนที่ในระยะไกล เหลี่ยมของทรายจะกระทบกับวัตถุที่ทรายผ่านหรือเกิดการขัดสีในระหว่าง เม็ดทรายเอง คลื่นที่ขัดเข้ากระทบก็จะทำให้เม็ดทราย มีความมนได้เช่นเดียวกัน

แร่ที่ทำให้เกิดทรายซิลิกา หรือทรายแก้ว ประกอบด้วยแร่ ๖ ชนิดด้วยกันคือ quartz, chalcedony, opal, tridymite, cristobalite และ lechatelierite ซึ่งล้วนมีส่วนประกอบทางเคมี คือ SiO_2 ทรายแก้วจะมีผลึกเป็นรูปปริมาตรทั้งห้วและท่าย ถ้าหากว่ามีการตกผลึกอย่างสมบูรณ์ อย่างไรก็ตามด้วยเหตุที่การตกผลึกไม่เท่ากันอาจทำให้รูปผลึกเปลี่ยนแปลงเป็นรูปร่างได้ ทรายแก้วมีความแข็ง ๗ ความถ่วงจำเพาะ ๒.๖ ทรายที่บดละเอียดจะเป็นผงสีขาวและมีความวาวอย่างแก้ว

ชนิดและขนาดของทราย

การแบ่งชนิดของทรายอาจแบ่งออกได้หลายแบบด้วยกัน เช่น แบ่งตามแหล่งกำเนิด ทางเคมี ทางการรวมตัวของแร่ธาตุ ทางธรณีวิทยา ทางภูมิศาสตร์ ตามขนาดของเม็ดทราย หรือแบ่งโดยทางประโยชน์ เป็นต้น

Holmes และ Boswell ได้แบ่งขนาดของทรายไว้ดังนี้

ทรายขนาดใหญ่มาก	มีขนาดตั้งแต่ ๒ มม.	ถึง ๑ มม.
" ใหญ่ "	๑ มม.	ถึง ๐.๕ มม.
" กลาง "	๐.๕ มม.	ถึง ๐.๒๕ มม.
" เล็ก (ละเอียด)	๐.๒๕ มม.	ถึง ๐.๑๐ มม.

ประโยชน์ของทราย

ทรายมีประโยชน์มากมาย และนำมาใช้ในงานต่าง ๆ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังนี้

ใช้ในการก่อสร้าง	๕๑ %
ใช้ในการสร้างทาง	๓๐ %
ใช้ในการถมดิน	๗ %
ใช้ในการทำแก้ว	๔ %
ใช้กับเครื่องจักร	๓ %
ใช้ทำกระดาษทราย	๐.๕ %
ใช้โรยทางรถไฟ	๐.๗ %
ใช้ในกรณีอื่น ๆ	๒.๔ %

ทรายแก้วที่เซนต์ปีเตอร์ (St.Peter's Sand as a glass sand) เป็นที่รู้จักกันมานานแล้วว่าเป็นทรายที่มีคุณภาพสูง เมื่อล้างและผึ่งให้แห้งแล้วนำไปทำแก้วจะได้แก้วที่บริสุทธิ์ เนื่องจากมีปริมาณซิลิกาสูง และมีสิ่งแปลกปลอมน้อยโดยเฉพาะเหล็ก

ผลการวิเคราะห์ทางเคมีปรากฏว่ามี

SiO ₂	มากกว่า ๕๕.๗๕ %
magnesia	โดยทั่วไปจะมีอยู่ประมาณ ๐.๑๐ %
lime	๐.๐ - ๐.๐๒ %
iron oxide	๐.๐ - ๐.๐๒ %
alumina	๐.๐ - ๐.๐๕ %

ทรายที่ใช้ทำแผ่นแก้วบาง (Sheet glass) ต้องมีคุณสมบัติของทรายที่เซนต์ปีเตอร์ ทรายทั้งหมดจะต้องผ่านตะแกรงขนาด ๒๐ เมช ได้หมด และจะต้องไม่เกิน ๒ % ที่ผ่าน ๑๕๐ เมช ทรายที่ได้จากแหล่งที่กำหนดไว้ควรจะต้องมีขนาดเดียวกัน ทรายที่มีขนาดเล็กกว่า ๑๐๐ เมช ควรจะมีจำนวนน้อยมาก

ทรายที่ใช้ทำแผ่นแก้ว (Plate glass) มีคุณสมบัติดังนี้คือ ๑๐๐ % จะต้องผ่านตะแกรงขนาด ๑๖ เมช, ๘๕ % ผ่านขนาด ๓๐ เมช, ๘๐ % ไม่ผ่าน ๖๐ เมช และ ๔๕ % จะต้องไม่ผ่าน ๑๒๐ เมช สีของทรายจะต้องมีสีขาว รูปร่างเม็ดทรายไม่จำกัดแน่นอนและทรายควรมีสวนประกอบทางเคมี ดังนี้

Silica	มีอย่างน้อย	๘๕.๕๐ %
Alumina	มีอย่างมาก	๐.๑๔ %
Magnesia	"	๐.๑๐ %
Lime	"	๐.๑๐ %
Iron oxide	"	๐.๐๕ %

ทรายสำหรับทำขวดฟลินท์ มีคุณสมบัติดังนี้คือ ๑๐๐ % จะต้องผ่านตะแกรงขนาด ๒๐ เมช, ๓๔ % ไม่ผ่าน ๔๐ เมช, ๘๐ % ไม่ผ่าน ๖๐ เมช สีจะต้องขาว เม็ดทรายเป็นรูปแบน ส่วนประกอบทางเคมีจะต้องมีดังนี้

Silica	มีอย่างน้อย	๘๕.๐๕ %
Alumina	มีอย่างมาก	๐.๐๕ %
Magnesia	"	๐.๑๐ %
Lime	"	๐.๐๕ %
Iron oxide	"	๐.๐๕ %

ทรายที่ใช้ในการเคลือบ (Sand for making glazes) ในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา เช่น เครื่องกระเบื้อง ถ้วยชาม เครื่องลายคราม เครื่องดินเผาต่าง ๆ และเครื่องใช้ที่ทำด้วยหิน (stoneware) การเคลือบนี้ใช้กับเครื่องปั้นดินเผาเพื่อให้ผิวเรียบและผิวหน้าเป็นมัน ซิลิกาเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการเคลือบทำให้เหมือนแก้ว

โดยทั่วไปทรายที่มีคุณสมบัติดีในการใช้เคลือบ ทรายจะมี iron oxide ไม่เกิน ๐.๐๒ หรือ ๐.๐๓ % และมี alumina จำนวนน้อยมาก อาจซื้อทรายมาดัดให้ละเอียดเอง หรือผู้ขายอาจบดมาให้เรียบร้อยแล้ว ตามธรรมดาทรายที่จะใช้จะต้องมีขนาด ๑๒๐ - ๑๕๐ เมช

ทรายที่เซนต์ปีเตอร์เป็นทรายแก้วที่มีคุณภาพสูง เหมาะที่จะใช้ในการเคลือบ และการที่จะทำให้มี
ซิลิกาสูงขึ้นอาจทำได้โดยการคัดขนาดทรายแล้วล้าง

ทรายที่ใช้ในสนามกอล์ฟ (Sand for golf tees, traps, hazards, and greens) ทรายที่สะอาด ขาว และมีเม็ดปานกลางใช้สำหรับทำแท่นตั้งตุ๊กกอล์ฟ บางทีก็ใช้ทำ
หลุมทรายหรือกองทราย และทรายสีเขียวที่มีความสะอาดปานกลางก็อาจใช้ในสนามกอล์ฟได้
เช่นกัน

ทรายขัดเรียบและทรายขัดมัน โดยทั่วไปทรายใช้ในเครื่องขัดเงา เพื่อใช้ขัดหินได้
อย่างหนา ๆ เครื่องขัดนี้ตั้งอยู่บนโต๊ะหมุน เรียกว่า grinding bed ซึ่งบ่อนทรายและน้ำ
ลงไป นอกจากนี้ยังใช้ทรายในการขัดเครื่องสุขภัณฑ์ (sanitary ware) เครื่องปั้นดินเผา
(terra cotta) และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ

ในการขัดนั้น ทำโดยบ่อนทรายและน้ำใส่ระหว่างสิ่งที่จะขัดกับแผ่นกระจก ฉูดกระทั่ง
เรียบ เช่น แผ่นแก้ว เมื่อออกจากเตาอบจะมีลักษณะคดโค้ง และมีผิวเป็นผ้า น้ำไปตรงติดกับ
บนพลาสติกบนโต๊ะขัด (grinding table) ซึ่งติดอยู่บนโต๊ะหมุน (grinding bed) เมื่อ
โต๊ะหมุนแล้ว ก็บ่อนน้ำและทรายไปบนแผ่นแก้ว แล้วเอาแผ่นกระจกทาบลงไปขัดจนกระทั่งเรียบ

ทรายที่ใช้สำหรับขัดและขัดมัน จำเป็นต้องมีคุณภาพสูง คือเป็นทรายที่มีซิลิกาสูง มีเม็ด
ที่แกร่ง ไม่มีทรายเม็ดใหญ่ ดินเหนียวและสิ่งเจือปนอื่น ๆ ซึ่งอาจทำให้การหมุนเวียนติดขัด ทราย-
เม็ดใหญ่จะทำให้ผิวของวัตถุที่ขัด เป็นรอยเล็ก ซึ่งยากที่จะขัดให้หายได้ ในการขัดเงาขั้นสุดท้าย
รูปร่างของเม็ดทรายไม่ค่อยมีความสำคัญนัก เพราะว่าเมื่อใช้ทรายขัดไปนาน ๆ แล้ว รูปร่างของ
เม็ดทรายจะมนและบาง เม็ดก็จะแตกออกเป็นเหลี่ยมอีก บริษัททำแผ่นแก้วที่เพนซิลวาเนียได้ใช้เฉพาะ
ทรายที่มีรูปร่างมนซึ่งจะต้องผ่านขนาด ๑๖ เมช ได้หมด, ๘๐ % ไม่ผ่าน ๖๐ เมช และ ๘๘ %
ไม่ผ่าน ๑๒๐ เมช บริษัททำแผ่นแก้วที่มีซิแกน ก็ใช้เฉพาะทรายมนสีเทาหรือสีขาว ซึ่ง ๑๐๐ %
จะผ่าน ๒๐ เมช, ๘๐ % ไม่ผ่าน ๔๐ เมช และ ๘๘ % ไม่ผ่าน ๘๐ เมช

ทรายที่เซนต์ปีเตอร์เหมาะที่จะใช้ทำทรายขัด และทรายขัดเงาเพราะว่ามีซิลิกาสูง
และมีความแกร่ง ทรายที่ออกดาวา ประเทศแคนาดา ซึ่งล้างและคัดขนาดแล้ว ได้ถูกนำไปใช้เป็น

ทรายขัดและทรายขัดมันกันอย่างมา

ทรายที่ใช้ทำหินเจียรนัย (Sand for grinding wheels) ทรายเป็นส่วนประกอบในการทำหินเจียรนัย (grinding wheels) ซึ่งผสมทรายกับดินเหนียว ยาง เซลแลค(shellac) หรือวัตถุประสานชนิดอื่น ๆ โดยทั่วไปทรายที่มีรูปร่างเป็นเหลี่ยมเหมาะกว่าทรายที่มีรูปร่างมน เพราะว่าทรายที่เป็นเหลี่ยมจะมีการจับตัวที่แข็งแรงกว่าทรายที่มันและทำให้มีอายุการใช้งานได้นานกว่า ทราย เม็ดเหลี่ยมจะมีการกัดเซาะที่สึกกว่าด้วย

ทรายที่ใช้ในการกลีกรวม (Agricultural sand) ในการตัดชำต้นไม้ ผู้ปลูกต้นไม้ส่วนมากใช้ทรายผสมปุ๋ยในการชำครั้งแรก หรืออีกอย่างหนึ่งโดยใช้ทรายที่เรียกว่า "Potting sand" ผสมกับดิน (loam) จำนวนเท่า ๆ กัน แล้วนำไปเก็บไว้ในเรือนเพาะชำซึ่งเป็นเรือน - กระจก ทรายมีความจำเป็นในการเพาะชำ เพราะว่าทรายเป็นวัสดุที่ไม่มีเชื้อราต่าง ๆ ทรายอีกชนิดหนึ่งก็คือ "Lawn sand" ใช้โรยพื้นสนามเพื่อให้ดูสวยขณะที่หญ้ายังไม่ขึ้น

ทรายที่ใช้ในการเพาะปลูกจะต้องล้างให้สะอาด ขนาดที่พอเหมาะและไม่มีเหล็ก ดิน และสิ่งแปลกปลอมอื่น ๆ ซึ่งอาจมีแบคทีเรียทำให้ทรายไม่บริสุทธิ์ ไม่มีการกำหนดขนาดของทรายเพื่อการเพาะปลูก แต่โดยปกติใช้ทรายหยาบ รูปร่างของทรายไม่ว่าจะเป็นเหลี่ยมหรือมนไม่ค่อยมีความสำคัญ ได้มีการเอาตัวอย่างทรายที่เซนติเมตรมาทดลองใช้เพาะปลูกโดยคณะ เกษตรกรรม มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ ซึ่งใช้ทรายขนาดต่าง ๆ คือ ๓๕ % ไม่ผ่านตะแกรง ๕๐ เมช, ๓๕ % ไม่ผ่าน ๖๐ เมช, ๑๕ % ไม่ผ่าน ๑๐๐ เมช และ ๕ % ผ่าน ๑๐๐ เมช

ทรายที่เซนติเมตรเมื่อคัดและล้างแล้ว จะเป็นทรายที่เหมาะสมกับการเพาะปลูกมาก เพราะมีความบริสุทธิ์สูง

ทรายที่ใช้ทำนาฬิกาทราย ทรายที่ใช้ทำนาฬิกาทราย ต้องมีเม็ดละเอียดสะอาด ขนาดสม่ำเสมอ เป็นทรายที่มีลักษณะมนขนาดตั้งแต่ ๕๐ - ๑๐๐ เมช

ทรายโรยถนนที่มีหิมะปกคลุม (Sand for use on icy streets and walks) ทรายใช้โรยถนนเมื่อมีหิมะปกคลุม เพื่อไม่ให้รถและคนลื่นไถลในบริเวณไหล่เขา เนื่องจากทราย

สามารถดูดความร้อนได้ดีกว่าน้ำแข็ง และผ่านความร้อนไปยังน้ำแข็งข้างล่าง ทำให้ละลายได้เร็วกว่าปกติ ทรายหยาบเหมาะสำหรับใช้งานทางด้านนี้ และไม่ควรจะมีดินเหนียวและซิลต์ เพราะว่าจะทำให้ประสิทธิภาพของทรายเสื่อมลงและมีโคลนมาปนอยู่ด้วย หลังจากน้ำแข็งละลายแล้ว

ทรายที่ใช้ทำไม้ขีดไฟ (Sand for matches) ทรายที่บดให้ได้น้ำหนักแล้วจะเป็นส่วนสำคัญในการทำหัวไม้ขีด ส่วนทรายขนาดปานกลางใช้สำหรับทำข้างกลักให้สาก เพื่อใช้ขีดหัวไม้ขีด ทรายขนาด ๑๐๐ เมช ก็ใช้ทำข้างกลักสำหรับกลักขนาดเล็ก

ทรายที่โรยคอนกรีต (Sand as a moisture pad) เพื่อที่จะป้องกันมิให้สิ่งก่อสร้างด้วยคอนกรีตแตกร้าว เพราะน้ำในคอนกรีตระเหยออกเร็วเกินไป ดังนั้นจึงต้องโรยทรายบนผิวคอนกรีตหนาพอประมาณ เมื่อทรายเปียกจะรักษาความชื้นของคอนกรีตจนกว่าคอนกรีตจะจับตัวกันแน่น

ทรายฉาบหน้า (Mortar sand) ทรายเป็นส่วนประกอบสำคัญที่ใช้ผสมกับปูนฉาบหน้า จำนวนของทรายที่ใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของปูนฉาบหน้าหรือจุดประสงค์ที่จะใช้งาน คุณสมบัติที่จะใช้ขึ้นอยู่กับ

๑. คุณสมบัติทางกายภาพ ทรายที่ใช้ต้องสะอาดไม่มีอะไรเคลือบ ไม่มีสารอินทรีย์ ดินเหนียว ซิลต์ ไมกา และเศษหินดินดานเจือปน

๒. รูปร่างของเม็ดทราย จะต้องเป็นทรายเหลี่ยม แต่ทรายเหลี่ยมก็มีผิวของเม็ดไม่หยาบเท่าทรายมน ดังนั้น ทรายมนจึงอาจจะนำไปใช้แทนทรายเหลี่ยมได้

๓. ขนาดของเม็ด ขนาดของเม็ดทรายที่ใช้ในการฉาบหน้า ขึ้นอยู่กับชนิดของปูนที่ใช้ และจุดประสงค์ของงาน ทรายจะต้องเป็นชนิดที่ดีและมีเม็ดหยาบ นอกจากปูนที่ฉาบจะบางมากเท่านั้น จึงจะใช้ทรายละเอียด ทรายที่ใช้ในการก่อสร้างส่วนมากใช้เล็กกว่า ๑๐ เมช และ ๔๐ % ใหญ่กว่า ๑๐๐ เมช

๔. ส่วนประกอบทางเคมี ทรายฉาบหน้าจะต้องไม่มีสารละลายของเกลือต่าง ๆ เพราะว่ามีปูนแห้งแล้ว เกลือเหล่านี้จะเป็นผ้า เกลืออยู่ตามผิว และบางทีจะเห็นเป็นรู ๆ ตาม

ผาผนัง เนื่องจากสารละลายของเกลือเหล่านี้จะค่อย ๆ แทรกตัวเข้าไปในปูน และหลุดออกมาออกผิว จึงทำให้เป็นรูปลึก ๆ ทรายที่เซนต์ปีเตอร์เป็นทรายฉาบผิวที่ดี เพราะว่าจะสะอาดและไม่มีสารละลายของเกลืออยู่ มีผิวที่หยาบและเป็นทรายชนิดดี

ทรายที่ใช้ในอุตสาหกรรมทำสี (Sand for use in paint manufacture) สีผงหรือสีบางชนิดจะต้องผสมทรายที่บดและร่อนหรือผ่านการลอยแร่ประมาณ ๓๐ % ทรายที่ใช้ผสมนี้จะต้องมีสีขาว เป็นเหลี่ยมคม เพราะจะทำให้สีลึกลับ ส่วนมากทรายที่ใช้มีขนาดจาก glassy quartz จะเป็นเหลี่ยมมากกว่าที่จะใช้ amorphous ของซิลิกาอื่น ๆ ซิลิกาที่บดแล้วใช้เป็นตัวเติมในสีบางชนิด ทรายมนที่ใช้ผสมสีที่ต้องการความเรียบของงาน

ทรายที่เซนต์ปีเตอร์เป็น glassy quartz เมื่อบดแล้วเหมาะที่จะใช้ผสมสีอย่างยิ่ง

ทรายที่ใช้ผสมปูน (Sand for plaster) ทรายเป็นตัวสำคัญที่ใช้กับปูน นอกจากบางชนิด เช่น ปูนปลาสเตอร์ (plaster of Paris) ซึ่งไม่ต้องผสมสิ่งอื่นใดทั้งสิ้น ปูนสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

ก. ปูนฉาบผิว (Wall plasters)

๑. ยิปซั่ม หรือปูนปลาสเตอร์ (Plaster of Paris)

๒. ปูนที่เป็นแคลเซียมออกไซด์ หรือแมกนีเซียมออกไซด์ (Lime plaster)

๓. ปูนซีเมนต์ (Portland cement)

ข. ปูนทำพื้นกับปูนที่ต้องการความแข็งแรง

ปริมาณของทรายที่ใช้ผสมในปูนชนิดต่าง ๆ ที่กล่าวไว้ข้างต้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของปูน และความแข็งแรงเมื่อปูนแข็งแล้ว

รายละเอียดต่อไปนี้จะแสดงถึงการใช้ทรายและปูน

Lime plaster ทรายที่ใช้ต้องเป็นทรายเหลี่ยม สะอาด ไม่มีสารอินทรีย์ ดิน หรือหินก้อนโต ๆ และฝุ่น จากการทดลอง ทรายหยาบที่มีขนาดเดียวกัน เป็นทรายฉาบหน้าที่ดี

Gypsum plaster

ก. ทรายที่ใช้ผสมใน gypsum plaster จะต้องไม่มี alkali และสารอินทรีย์อื่น ๆ

สะอาด แห้ง และต้องคม

ข. จะต้องมีขนาดตั้งแต่ละเอียดถึงหยาบ และเมื่อแห้งแล้วต้องมีจำนวนที่ไม่ผ่านตะแกรงเบอร์ ๔ เกินกว่า ๑๐ % โดยน้ำหนัก ไม่ต่ำกว่า ๘๐ % ที่ไม่ผ่านตะแกรงเบอร์ ๕๐ และไม่มากกว่า ๖ % ที่ผ่านตะแกรงเบอร์ ๑๐๐ มาตรฐานของตะแกรงที่ใช้นี้กำหนดขึ้นโดย Bureau of Standard's Standard Screen Scale

Cement plaster หทรายที่ใช้จะต้องแห้ง แหลคม และต้องมีลักษณะตรงตามที่กำหนดไว้ข้างล่างนี้

ก. ต้องไม่มี silt, alkali สารอินทรีย์และอื่น ๆ

ข. ขนาดที่ไม่ผ่านตะแกรงเบอร์ ๔ ไม่เกิน ๑๐ %

- " - ๕๐ ไม่น้อยกว่า ๘๐ %

ขนาดที่ผ่านเบอร์ ๑๐๐ ไม่เกิน ๖ %

ทรายที่อัดหลุมน้ำมัน (Sand for plugging oil wells) หลุมเจาะที่ไม่พบน้ำมัน จะต้องมีการอุดหลุม ทรายจึงเป็นสิ่งที่เหมาะที่จะใช้งานนี้และไม่จำกัดชนิดของทราย

ทรายที่ใช้ในโรงงานเครื่องปั้นดินเผา (Sand for use in the manufacture of pottery) ผลิตภัณฑ์เครื่องเคลือบเกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้า ถ้วยชาม เครื่องสุขภัณฑ์ และกระเบื้องปูพื้น ผลิตภัณฑ์เหล่านี้ได้ใช้ควอร์ตซ์ที่บดแล้วถึง ๓๕ % ควอร์ตซ์จะเป็นตัวป้องกันไม่ให้เกิดการหดตัวในขณะที่กำลังผึ่ง และจะมีความแกร่งขณะกำลังเผา บางที่ควอร์ตซ์จะป้องกันไม่ให้ดินเหนียวอ่อนตัว

ทรายที่ใช้ในอุตสาหกรรมด้านนี้ จะต้องมีเหล็กไม่เกิน ๐.๓๒ % และเมื่อเผาแล้วจะต้องเป็นสีขาว จะต้องบดทรายให้ได้ขนาดที่เล็กกว่า ๑๒๐ เมช ทั้งหมด และ ๘๐ % เล็กกว่า ๑๕๐ เมช

ทรายที่ใช้ในการกรองน้ำ (Filter sand) ใช้ทรายที่มีขนาดเท่า ๆ กัน ปราศจากเนื้อดินและสารอินทรีย์ มีแคลเซียมและแมกนีเซียมในรูปของคาร์บอเนตไม่เกิน ๒ %

เม็ดทรายต้องมีขนาด ๖๐ - ๑๔๐ เมช

ทรายที่ใช้ในอุตสาหกรรมทำสารเคมี เช่น ใช้ทำสารเคมีโซเดียมซิลิเกต จะต้องใช้ ทรายที่มี SiO_2 ประมาณ ๔๔ % Al_2O_3 ไม่เกิน ๑.๐ % $\text{CaO} + \text{MgO}$ ๐.๕ % และขนาด ของเม็ดทรายต้องผ่านตะแกรง ๒๐ เมช แต่ไม่ผ่านตะแกรง ๑๐๐ เมช โซเดียมซิลิเกตนี้โดยทั่วไป ใช้ทำเป็นตัวทำความสะอาด ใช้ติดพวก wall board และ plywood นอกจากนี้ยังใช้ทำสี บางชนิด

ใช้ทำสารประกอบซิลิกอนคาร์ไบด์ ซึ่งเป็นที่รู้จักกันว่า คาร์บอนคัม หรือกากเพชร ใช้บดลูกสูบและบควาว โดยหลอมส่วนผสมของถ่านโค้ก ทราย และซีลีเนียมในเตาไฟฟ้า ทรายที่ใช้ ต้องมี SiO_2 ๔๔.๐ - ๔๔.๕ % ฟอสฟอรัส แคลเซียม และแมกนีเซียมมีได้เล็กน้อย อะลูมิเนียม มีได้บ้าง เม็ดทรายต้องผ่านตะแกรง ๒๐ เมช แต่ค้างบนตะแกรง ๑๕๐ เมช

นอกจากนี้ยังใช้ทำสาร ซิลิกอนเตตระคลอไรด์ ซิลิกาเจล (ใช้ดูดความชื้น ป้องกัน เครื่องมือวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะเกี่ยวกับเลนส์) แคลเซียมซิลิเกต ซิลิโคน และสารประกอบพวก ซิลิกา อื่น ๆ อีก

ทรายสำหรับ เบ็ด ไก่ และนก (Poultry and bird grit) ทรายหายสำหรับ เบ็ด ไก่ ทรายละเอียดสำหรับนก ส่วนรูปร่างของเม็ดทรายไม่มีความจำเป็น

ทรายที่ใช้ทำพื้นฐานของรางรถไฟ (Sand as railroad ballast) รางรถไฟ บางแห่งไม่มีหินหรือกรวดอยู่บริเวณใกล้ ๆ ก็ต้องใช้ทรายแทนโดยเอาทรายถมบน subgrade หนา ๖ นิ้ว ชั้นหนึ่ง ต่อมาใช้หินกรวดหรือถ่านก้อนเล็ก ๆ ถมต่อจากชั้นทราย

ทรายที่ใช้ในการนี้ต้องหยาบพอที่จะระบายน้ำได้และต้องไม่มีดิน ซิลท์ หรือสารอินทรีย์ เพราะสารเหล่านี้เมื่อเปียกจะทำให้สารลื่นไหลออกข้างทางเมื่อโค่นรถไฟกระแทกทุกวัน ๆ ในกรณี นี้ทรายเหลี่ยมจะดีกว่าทรายมน เพราะว่าทรายมนจะลื่นไหลได้ง่ายกว่า

ทรายที่ใช้ทำรางรถไฟ (Sand for railroad fills) บริษัทรถไฟได้ใช้ทราย แทนดินหรือกรวดทำทางรถไฟ โดยเฉพาะทางรถไฟในตัวเมือง ไม่มีข้อกำหนดของทรายชนิดนี้

แต่ก็ต้องแห้งในขณะที่กำลังก่อสร้าง เพราะว่าทรายที่เปียกจะมีปริมาณมากกว่าทรายแห้ง และจะต้องบดให้แน่น ทรายชนิดนี้ต้องไม่มี clay และดินปนอยู่ด้วย

ทางรถไฟในเมืองซิดาโก ใช้ทรายจาก sand dune และทรายจากทะเลสาบ ทรายที่เซนต์ปีเตอร์ไม่เหมาะที่จะใช้เพราะว่ามีราคาแพง

ทรายที่ใช้ทำอิฐทนไฟ (Sand for refractory motars and cements)

ปูนซีเมนต์และปูนขาวใช้เป็นตัวประสานสำหรับทำอิฐทนไฟและอิฐ-ซิลิกา ที่ใช้กับเตาต่าง ๆ เช่น furnace converter retort และอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้อุณหภูมิสูง

ปูนทนไฟประกอบด้วยวัตถุนทนไฟ เช่น อิฐทนไฟบด ทราย หรือ quartzite และตัวประสานที่ใช้คือ ดินทนไฟ (fire clay) ดินขาวทนไฟ (ball clay) ปูนซีเมนต์หรือโซเดียมซิลิเกต

ทรายที่ใช้ในปูนทนไฟจะต้องมีขนาดละเอียดและทนอุณหภูมิสูง สะอาด ไม่มี flux ดังนั้น ทรายที่เซนต์ปีเตอร์จึงเหมาะสำหรับงานด้านนี้อย่างยิ่ง

ทรายที่ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา (Sand for refractory ware) ส่วนผสมของดินทนไฟ และทรายซึ่งใช้ทำ crucible (เบ้าหลอมโลหะ) retort และ saggar สิ่งประดิษฐ์เหล่านี้จะต้องทนอุณหภูมิสูง ดังนั้นจึงต้องใช้ทรายที่ทนอุณหภูมิสูงและต้องไม่มี flux โดยปกติทรายที่ใช้มีขนาดเล็กกว่า ๓๐ เมช ถ้าใช้ทำ retort และ saggar ก็ต้องใช้ขนาดใหญ่กว่าเล็กน้อย

ทรายที่ใช้โรยหลังคา (Roofing sand) หลังคาที่เป็นแผ่นราบหรือเกือบราบ บางทีก็ลาดด้วยน้ำมันดิบหรือสสารแบบเดียวกันและใช้ทรายทับอีกทีหนึ่ง ทรายจะรักษาอุณหภูมิห้องให้คงที่ และป้องกันไฟไหม้ บางทีก็ใช้เคลือบกระตาศที่มุงหลังคา ทรายที่ใช้โรยหลังคาโดยปกติมักจะใช้ทรายหยาบ สีของทรายไม่สำคัญ รูปร่างของเม็ดทรายใช้ได้ทั้งที่เป็นเหลี่ยมและมน สะอาด ไม่มีฝุ่น เพราะว่าฝุ่นจะไปเคลือบผิวของยางไม้ที่เทราดไว้ก่อน

ทรายที่เซนต์ปีเตอร์เหมาะสำหรับใช้ขุดหลุมและได้มีการทดลองขนาดของทรายที่

ออตตาวา ดังนี้

<u>ผ่านตะแกรง</u>	<u>ไม่ผ่าน</u>	<u>เปอร์เซ็นต์</u>
๒๐ เมช	๔๐ เมช	๔๑.๗
๔๐ "	๖๐ "	๒๘.๓
๖๐ "	๘๐ "	๔.๑
๘๐ "	๑๐๐ "	๓.๗
๑๐๐ "	๑๒๐ "	๕.๘
๒๐๐ "		๑.๔

โรงงานทำกระดาษขุดหลุมหลายแห่งใช้ทรายขนาดเล็กกว่าที่กล่าวข้างต้น แต่โดยทั่ว ๆ ไป ใช้ทรายขนาดเดียวกับทรายที่ทำแก้ว

Saggars or placing sand ในโรงงานทำเครื่องเคลือบดินเผา และกระเบื้องปูพื้น ได้ใช้ทรายทอนไฟเป็นตัวอัดใน saggars และในบางกรณีอาจจะใช้บดกันไม่ให้เกิดการกระทบกัน โดยเฉพาะเครื่องเคลือบดินเผาที่มีน้ำหนักมาก ทรายที่ใช้นี้จะต้องสะอาด มี flux และเหล็กล้นน้อยที่สุด ทรายที่ใช้กับเครื่องเคลือบดินเผาที่มีสีค่าก็ไม่จำเป็นจะต้องมีความบริสุทธิ์มากนัก

placing sand แบ่งออกเป็น ๒ ชนิด คือ ชนิดหยาบและละเอียด ชนิดหยาบประมาณ ๑๐ - ๔๐ เมช ชนิดละเอียดประมาณ ๒๔ - ๑๐๐ เมช รูปร่างของเม็ดทรายไม่มีความสำคัญใช้ได้ทั้งเหลี่ยมและมน แต่ชนิดมนจะดีกว่า เพราะว่าไม่ขีดข่วนทำให้มีรอยตำหนิ

ทรายที่เซนต์ปีเตอร์เหมาะสำหรับใช้เป็น saggars sand และ placing sand เพราะว่าท่านลุดทภูมิสูงได้ดี สะอาด ไม่มี flux และมีขนาดดีพอเหมาะ

ทรายที่ใช้ทำเป็นถุงทราย (Sand for sand bags) ถุงทรายที่ใช้ในสนามเพลาะ ทำท่านบนกันน้ำชั่วคราว ใช้เป็นอัปเฉาะถ่วงเรือ บอลลูน และเครื่องบิน โดยปกติไม่มีข้อกำหนดของทรายที่ใช้

Sand-blast sand หทรายชนิดนี้ใช้ขัดวัตถุที่มีผิวหยาบ โดยเป่าทรายออกมาจากท่อเล็ก ๆ ทรายที่ถูกเป่าออกมาจะมีความเร็วสูง และเมื่อไปกระทบกับวัตถุ เม็ดทรายก็จะกัดเซาะผิวของวัตถุนั้นจนเป็นร่องเล็ก ๆ เม็ดทรายที่เป่าออกมามีจำนวนมากมาย ทำให้ผิวของวัตถุนั้นเรียบ ถ้าเป่าทรายลงบนผิวของวัตถุที่เรียบ เป็นมันก็จะทำให้ความมันของผิวของวัตถุนั้นมัวหมองไป

การใช้ทรายขัดโดยวิธีนี้ใช้กันอย่างกว้างขวางมาก เช่นการขัดผิวของวัตถุที่ผ่านการอบหรือชุบแล้วขัดสีออกจากเหล็กกล้าเพื่อทาสีใหม่ ล้างและแต่งผิวของหินก่อสร้าง ล้างและแต่งผิวของวัตถุที่หล่อแล้วใช้ขัดผิววัตถุที่จะเคลือบผิวหรือชุบ (enameloder plated) เพื่อให้มีผิวหยาบจะช่วยให้การเคลือบหรือชุบติดแน่นขึ้น ขัดผิวของแก้ว ขวดแก้ว หรือเครื่องเคลือบเพื่อที่จะบดแต่งหรือปิดฉาก

ทรายขัดชนิดนี้ต้องแข็ง เหนียว สะอาดและต้องมีขนาดเดียวกัน ถ้ามีเม็ดใหญ่มาปะปนจะไปอุดปากท่อที่ทรายออก ส่วนรูปร่างใช้ได้ทั้งเหลี่ยมและมน โรงงานหล่อเหล็กกล้าที่โอริกอนได้ชี้เฉพาะว่า จะต้องใช้ทรายที่มีซิลิกาสูง ขนาดที่ใช้คือ ๓๙ % ไม่ผ่าน ๓๐ เมช, ๔๔ % ไม่ผ่าน ๔๐ เมช, ๔๗ % ไม่ผ่าน ๕๐ เมช และ ๔๔ % ไม่ผ่าน ๖๐ เมช ส่วนใหญ่ผู้ใช้มักจะใช้ทรายขาวที่มีซิลิกาสูงเป็นทรายมน ๔๖ - ๔๘ % ไม่ผ่าน ๕๐ เมช

Sand for sand bath ในห้องทดลองเคมีได้ใช้ทรายใส่ภาชนะ เพื่อให้อุ่นสารบางชนิดโดยไม่ให้สัมผัสกับเปลวไฟและได้รับความร้อนสม่ำเสมอ ทรายชนิดนี้ต้องไม่มีฝุ่น และมลทินอื่น ๆ ซึ่งเมื่อร้อนแล้วจะปะทุ และต้องมีซิลิกาสูง ขนาดเม็ดปานกลาง

Sand-clay road ถนนดิน - ทราย ประกอบด้วยส่วนผลของทรายและดิน จำนวนดินที่ใช้ เป็นจำนวนที่จะไปอุดช่องว่างของทราย ถ้าเป็นถนนที่เป็นทรายก็ผสมดินลงไปได้เลย ถ้าเป็นถนนดินก็ผสมทราย แต่ถ้าเป็นถนนที่ปรับไว้ใหม่ไม่มีทรายและดิน ก็ต้องใช้ส่วนผลของดินและทรายในกรณีแรกของดินและทรายไม่มีความสำคัญ ส่วนในกรณีหลังทรายที่ใช้จะต้องมีคุณสมบัติตามที่กำหนดไว้

โดยทั่ว ๆ ไปทรายที่ใช้ทำถนนชนิดนี้จะต้องไม่มีโมกามากนัก และต้องมีซิลิกาสูง เม็ดโต จากการทดลองของ Baker พบว่า ทรายที่ดีที่สุดสำหรับใช้ในการนี้ ต้องมีขนาดของทรายที่ไม่ผ่านตะแกรงเบอร์ ๑๐ ไม่น้อยกว่า ๔๔ % และไม่มากกว่า ๖๐ % ที่หยากกว่านั้นไม่ผ่านตะแกรงเบอร์ ๖๐ และไม่ผ่านตะแกรงเบอร์ ๒๐, ๔๐ และ ๖๐ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์เท่า ๆ กัน

ทรายที่ใช้ผสมสี (Sand for sand finishing painted surface) สิ่งก่อสร้างที่อยู่ในบริเวณพายุทราย เช่น ตามชายฝั่งแปซิฟิก ต้องใช้ทรายที่ผสมกับสีหาจากผิวนอก เพื่อป้องกันพายุทราย ทรายที่ใช้ต้องเป็นทรายขาวและคม เพราะถ้าทรายที่เม็ดคมจะยึดแน่นกับสี และเม็ดทรายด้วยกัน และทำให้ดูเป็นแววอีกด้วย

สีที่ผสมทรายยังใช้หากำแพงต่าง ๆ เพื่อป้องกันรอยขีดข่วน ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ ทรายที่ใช้นี้ต้องไม่มีมลทิน หรือสารอื่น ๆ มาเจือปน แต่ข้อกำหนดที่จะใช้ก็ขึ้นกับวัตถุประสงค์

ทรายที่เซนต์ปีเตอร์เหมาะสมอย่างยิ่งเพราะว่ามีคม สะอาด และมีขนาดสม่ำเสมอ

ทรายที่ใช้ผสมปูนเพื่อฉาบผิวกำแพง (Sand for sand finishing plaster walls) ทรายที่ใช้ผสมปูนเพื่อฉาบผิวกำแพง ขนาดและลักษณะอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ แต่อย่างไรก็ตาม สีและเม็ดจะต้องสม่ำเสมอ

ทรายที่เซนต์ปีเตอร์ใช้กันมากในตะวันตกกลางของสหรัฐอเมริกา

กระดาษทราย (Sand paper) กระดาษทรายที่ใช้ขัดสิ่งต่าง ๆ แต่เดิมนั้นทำด้วยทราย แต่ในปัจจุบันได้ใช้คาร์บอน คออร์ดซ์ คออร์ดซ์ไฮต์ หรือสิ่งอื่น ๆ ที่ผลิตขึ้นใช้แทนทราย เพราะว่่าสิ่งเหล่านี้มีความคมและความแข็งมากกว่า

Sand for sand seals sand seal ใช้แทน water seal เพราะว่่า water seal ทนความร้อนสูงไม่ค่อยได้ sand seal ใช้สำหรับจุดทางที่ก๊าซออก และช่อง-ปรับอากาศของเตา เพื่อป้องกันมิให้ต้องสูญเสียความร้อนไปตามช่องเหล่านี้ ทรายชนิดนี้ต้องทน-ความร้อนได้สูง ละเอียดและมัน เพราะว่่าเม็ดทรายที่มันสามารถเข้าไปอุดตามช่องเล็กได้สะดวก

ทรายที่เซนต์ปีเตอร์เหมาะสำหรับใช้เป็น sand seal เพราะมีคุณสมบัติตรง-ตามที่ต้องการ

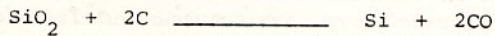
Sand for sand tables and sand piles ตามโรงเรียนมักจะมีทรายไว้ให้เด็กเล่น เช่น กองไว้กับพื้นดิน หรือใส่ไว้บนโต๊ะ ทรายเหล่านี้ต้องสะอาด เม็ดละเอียด สีขาว ไม่มีดินปนอยู่มากนัก ทรายที่เซนต์ปีเตอร์จึงเหมาะมาก

ทรายที่ใช้ถูภาชนะ (Scouring sand) คือทรายที่ใช้เป็นตัวขัดถูโลหะ หรือสิ่งอื่น ๆ ให้สะอาด ทรายชนิดนี้บางทีก็เรียกว่า " silver " หรือ " livery " ทราย silver นี้ต้องมีสีขาว แต่ livery มักจะมีสีเหลือง ถ้าเป็นทรายที่ใช้ขัดโลหะต้องเป็นทรายที่ละเอียด ทรายเหลี่ยมหรือมนก็ใช้ได้แต่ต้องเป็นขนาดเดียวกัน

Setting sand คือทรายที่ใช้ในเตาเผาอิฐเพื่อเป็นตัวกั้นระหว่างแผ่นอิฐไม่ให้เชื่อมติดกันหรือไม่ให้แผ่นอิฐถูกเปลวไฟ บริษัททำอิฐที่อิลลินอยส์แจ้งว่า Setting sand ไม่ต้องมีข้อกำหนดใด ๆ ทั้งสิ้น แต่อย่างไรก็ตาม setting sand ต้องไม่มีกรวด และต้องละเอียดพอที่จะไม่ทำให้เป็นตำหนิ ต้องสามารถทนความร้อนได้โดยไม่ละลาย และไม่มียลทินใด ๆ ที่จะทำให้อิฐเปลี่ยนสี

Sand for side walks การก่อสร้างทางเดินด้วยคอนกรีตหรืออิฐ ก่อนที่จะปูอิฐหรือเทคอนกรีต โดยมากจะต้องโรยกรวดไว้ชั้นหนึ่งก่อน แต่บางทีการใช้ทรายแทนก็ได้ผลดีเช่นกัน

Sand for making silicon ซาซิลิกอนทำโดยหลอมทรายหรือควอร์ตซ์ในเตาไฟฟ้า โดยใช้ถ่านหินเป็นตัวลดออกซิเจน ตามสมการต่อไปนี้



ทรายที่ใช้จะต้องสะอาด เม็ดละเอียดและต้องบริสุทธิ์

Sand for stone-block pavement การปูแผ่นหินสมัยใหม่โดยมากปูบนพื้นคอนกรีตพื้นทราย หรือ mortar cushion และ wearing course ของแผ่นหิน พื้นทรายโดยมากหนาประมาณ ๒ - ๓ นิ้ว รอยต่อของแผ่นหินโดยมากใช้ปูนซีเมนต์ลุดหรือใช้กรวด ทราย กรวดและทรายโดยมากผสมด้วยยาง หรือน้ำมันดิบ

ทรายที่ใช้ผสมคอนกรีตทำพื้นฐาน และปูนซีเมนต์ที่ลุดควรจะใช้ทรายขนาดเดียวกับทรายที่ใช้ทำถนน ทรายที่ใช้ทำพื้นปูแผ่นหินต้องมีขนาดละเอียด สะอาด และจะต้องผ่านตะแกรงขนาด ๑/๔ นิ้ว ได้หมด ส่วนทรายที่ใช้ผสมน้ำมันดิบต้องสะอาด และผ่านตะแกรง ๒๐ เมช ได้

Sand for stucco "stucco" เป็นคำที่ใช้กับงานปูนที่อยู่นอกอาคารและบางทีก็ใช้กับงานปูนพิเศษในอาคาร งานปูนนอกอาคารโดยทั่วไปใช้ปูนซีเมนต์ ถ้าเป็นงานปูนภายในโบสถ์อาจใช้ปูนซีเมนต์ lime หรือยิปซัม stucco ประกอบด้วยปูน ๑ ส่วน และทรายหรือกรวดเล็ก ๆ ๓ ส่วน

Sand in sweeping compounds ใช้ทรายเป็นส่วนผสมของสารกันฝุ่น (sweeping compounds) โดยใช้โรยเวลากวาด เพราะทรายไม่เกาะตัวกัน

Sand in tar and roofing paper ในโรงงานทำกระดาษอาบน้ำมัน ได้ใช้ทรายเคลือบผิวของกระดาษเพื่อป้องกันการติดกันของกระดาษ ทรายที่ใช้ต้องสะอาด ขาว ไม่มีฝุ่น และมีขนาด ๖๕ เมช

Sand for terrazzo floors ในการทำพื้น terrazzo ต้องโรยทรายเป็นพื้นฐานก่อนหนาประมาณ ๑/๔ นิ้ว แล้วปูกระดาษอาบน้ำมัน เทปูนลงทับอีกชั้น ซึ่งเป็นปูนซีเมนต์ ๑ ส่วน กับทรายหยาบ ๔ ส่วน เมื่อปูนแข็งตัวแล้วจึงปูด้วย terrazzo อีกทีหนึ่ง

Sand for testing detonators ในการทดสอบประสิทธิภาพของ detonator การทดสอบนี้เรียกว่า "sand test" ทดสอบโดยฝัง detonator ในทราย และเมื่อจุดแล้ว ทรายจะถูกแรงระเบิดอัดจนเป็นผง แล้วหาปริมาณของผงทราย เพื่อเทียบหาประสิทธิภาพของ detonator ทรายที่ใช้ในการทดลองนี้ จะต้องเป็นทรายที่บริสุทธิ์และมีขนาดเล็กกว่า ๒๐ เมช แต่ใหญ่กว่า ๓๐ เมช

Sand for welding การเชื่อมถ้าเอาทรายที่มีขนาดเล็กกว่า ๕๐ เมช โรยตามบริเวณที่จะเชื่อม จะทำให้เหล็กและทรายรวมตัวกันเป็นเหล็กซิลิเกต ซึ่งเมื่อใช้ฆ้อนทุบก็กระเทาะออกได้โดยง่าย โดยวิธีนี้จะทำให้รอยเชื่อมมีความแข็งแรงดีขึ้น ทรายที่เซนต์ปีเตอร์มีความเหมาะสมเพราะว่ามีซิลิกาสูงและมีเม็ดเล็ก ทรายละเอียดของทรายที่ใช้เชื่อม มีดังนี้

<u>ผ่านตะแกรง</u>	<u>ไม่ผ่านตะแกรง</u>	<u>เปอร์เซ็นต์</u>
๒๘ เมช	๓๔ เมช	๗
๓๔ "	๔๘ "	๔๑
๔๘ "	๖๕ "	๒๐
๖๕ "	๑๐๐ "	๑๔
๑๐๐ "	๑๕๐ "	๑๐
๑๕๐ "	-	๕

ทรายที่ใช้ทำแบบหล่อ (Molding sand) ทรายทำแบบแบ่งออกได้เป็น ๒ ชนิดคือ ทรายทำแบบชนิดสามัญ หรือ "foundry sand" และอีกชนิดหนึ่งคือ ทรายทำแบบสำหรับหล่อเหล็กกล้าหรือ "steel sand" ทรายหล่อเหล็กกล้าใช้สำหรับหล่อโลหะที่มีจุดหลอมตัวสูง และโดยทั่วไปการจับตัวไม่แน่นนัก แต่ทรายหล่อชนิดสามัญมีการจับตัวดี โรงงานหล่อเหล็กกล้ามักจะซื้อทรายที่ล้างแล้วและผสมพวกกากน้ำตาล (molasses) หรือ (flour) เพื่อให้มีการจับตัวดีขึ้น โดยวิธีการนี้การจับตัวที่สม่ำเสมอของทรายจะมีความมั่นคงกว่าเมื่อใช้ทรายที่ไม่คัดขนาด แต่ผสมตัวประสาน

ชื่อเฉพาะของทรายหล่อขึ้นอยู่กับการใช้ของแบบหล่อที่สำคัญ ๆ มีดังนี้

Core sand	ใช้สำหรับสารที่มีจุดหลอมตัวสูง ใช้ทำแกนของแบบ
Parting sand	เป็นทรายละเอียดที่มีรูปร่างมน ใช้สำหรับโรยช่วงสัมผัสของฝาแบบหล่อ
Faming sand	โดยปกติเป็นทรายละเอียด ใช้โรยผิวภายในของแบบหล่อ เพื่อให้ฝาของสิ่งที่หล่อเรียบ
Green sand	ทรายหล่อที่ไม่ได้คัดขนาด ใช้สำหรับทำแบบที่ขึ้น
Dry sand	ทรายหล่อซึ่งขึ้น เมื่อแต่งรูปเป็นแบบแล้วเอาไปเป่าจนแห้งก่อนที่จะเทวัสดุหลอมไหลลงไป
Loam	ส่วนผสมของดินเหนียวและทรายสำหรับทำแบบหล่อขนาดใหญ่

Floor sand

ทรายชนิดนี้เป็นส่วนใหญ่ของส่วนผสมในการทำแบบหล่อ ทำให้แบบหล่อมีความแข็งแรง และใช้ทำทางให้ก๊าซหรือ โลหะ เหลวออกจากแบบหล่อ

คุณสมบัติของทรายทำแบบหล่อ (The properties of molding sand)

คุณสมบัติทางกายภาพเป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดการทำแบบหล่อซึ่งใช้ในงานต่าง ๆ กัน คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่

๑. แรงยึดเหนี่ยว (Cohesiveness)

แรงยึดเหนี่ยว คือ ความสามารถในการรวมตัวอย่างเหนียวแน่น ซึ่งขึ้นอยู่กับคุณสมบัติและคุณลักษณะของทรายที่ทำแบบหล่อ แรงยึดเหนี่ยว (cohesiveness) ขึ้นอยู่กับจำนวนคุณลักษณะการกระจายตัวของตัวประสาน (bonding material) รูปร่าง ขนาด และผิวของเม็ดทราย ดิน และไลมอไนต์ (limonite) เป็นวัตถุประสานตามธรรมชาติซึ่งอยู่ในทราย - หล่อ บางทีก็ผสมวัตถุประสานที่ผลิตขึ้น (artificial) ลงไปในทราย ซึ่งทนต่ออุณหภูมิสูง แต่มีการจับตัวไม่แข็งแรง ตัวประสานที่ผลิตขึ้นนี้ ได้แก่ แป้ง กากน้ำตาล น้ำเชื่อม (sugary syrup) แป้งเปียก น้ำมันต่าง ๆ และดินทนไฟ (fire clay) โดยทั่วไป ทรายที่เป็นเหลี่ยมจะมีการจับตัวกันแน่นและแข็งแรง ผิวของทรายที่ไม่เรียบจะมีการจับตัวแน่นกว่าผิวที่เรียบ ทรายละเอียดมีการจับตัวแข็งแรงกว่าทรายหยาบ เพราะว่าแรงดึงดูดของผิวน้ำกับผิวทรายมีมากกว่าทรายหยาบ และแรงดึงดูดระหว่างอนุภาคของทรายละเอียดเป็นอัตราส่วนที่มากกว่า ถึงแม้ว่าตัวประสานจะกระจาย - กระจาย แต่ก็มีความสำคัญที่ทำให้แรงจับตัวมากขึ้น

๒. ความซาบซึม (Permeability) เป็นคุณสมบัติของทรายหล่อ ซึ่งยอมให้ก๊าซ

ออกมาจากผิวของแบบหล่อที่สัมผัสกับโลหะ เหลว หรืออีกนัยหนึ่งความซาบซึมของทราย หมายถึง จำนวนน้ำที่ไหลผ่านทรายที่อัดแน่นที่ให้ความซาบซึมได้มากที่สุด หลักของการซาบซึมหมายถึงการวัดความซาบซึมของ เม็ดทรายในขณะที่ไม่มีแรงจับตัว เป็นสิ่งจำเป็นอย่างหนึ่งที่ทรายจะคงมีความ - ซาบซึมพอที่จะให้ก๊าซหนีออกไปได้ ขนาดของทรายจะเป็นเครื่องชี้ถึงความซาบซึม ทรายละเอียด จะให้ความซาบซึมน้อยกว่าทรายหยาบ ทรายที่มีหลายขนาดความซาบซึมจะไม่ค่อยดี เพราะว่า

ความแตกต่างของขนาดจะทำให้มีการยึดตัวแน่น ทราয়มนและมีขนาดตามต้องการจะให้ความซาบซึ่มที่
ดีกว่าทราয়ที่เป็นเหลี่ยม เพราะว่าช่องว่างระหว่างเม็ดทราয়มนจะติดต่อกันหมด ซึ่งติดกับทราয়-
เหลี่ยม อนึ่งปริมาณของวัตถุประสานก็มีผลต่อความซาบซึ่ม กล่าวคือวัตถุประสานจะไปอุดช่องว่าง
ระหว่างเม็ดทราয় ความซาบซึ่มจะมากที่สุด เมื่อมีวัตถุประสานน้อยที่สุด อุณหภูมิและชนิดของโลหะที่จะ
หล่อมีผลต่อความซาบซึ่ม โลหะบางชนิดจะมีช่องว่างของผิวของแบบหล่อ ดังนั้นจะต้องใช้ทราয়ที่มี
ความซาบซึ่มสูง

๓. Texture เนื้อ texture ของทราয়ปกติจะแสดงได้โดยเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก
ของทราয়ที่ไม่สามารถผ่านตะแกรงได้ texture เป็นคุณสมบัติสำคัญของทราয় และมีความเกี่ยวพัน
อย่างใกล้ชิดกับการจับตัวที่แข็งแรงและความซาบซึ่มซึ่งได้กล่าวมาแล้ว

๔. ความคงทน (Durability) ความคงทนของทราয়หมายถึง ทราয়ที่สามารถ
นำมาใช้ได้อีกโดยไม่เสื่อมคุณภาพ คุณสมบัตินี้ขึ้นอยู่กับปริมาณและการจับตัวของทราয় รายละเอียด
อัตราการเสื่อมคุณภาพของทราয়ชนิดต่าง ๆ ไม่สามารถที่จะกำหนดได้แน่นอน

๕. การทลอมละลาย (Refractoriness) เป็นคุณสมบัติของทราয়ที่ต้านทาน
อุณหภูมิได้โดยไม่ละลาย การทลอมละลายของทราয়ที่ทำแบบหล่อควรจะขึ้นอยู่กับโลหะที่จะทลอม เป็น
ความจำเป็นอย่างยั้งที่ทราয়จะต้องมีจุดทลอมตัวสูงกว่าโลหะที่จะทลอม ตัวอย่างคุณสมบัติของทราয়ที่ใช้
ในการทำแบบหล่อโลหะต่าง ๆ ดังนี้คือ

<u>ทราয়หล่อสำหรับ</u>	<u>อุณหภูมิสูงสุด</u>
ทองเหลือง	๑,๓๕๐°ซ.
เหล็กหล่อ	๑,๕๑๐°ซ.
เหล็กกล้า	๑,๕๘๐°ซ. - ๑,๖๕๐°ซ.

องค์ประกอบ (factor) ที่สำคัญที่สุดต่อการทลอมละลายของทราয়หล่อ คือสิ่ง
แปลกปลอมที่มีอยู่ในทราয় สิ่งแปลกปลอมนี้อาจทำหน้าที่ทั้งวัตถุประสานและฟลักซ์ (flux) ซึ่งทำให้
ทราয়มีจุดทลอมตัวต่ำลง ทราয়บริสุทธิ์มีจุดทลอมตัว เหลหวที่ ๑,๕๐๐ - ๑,๗๐๐°ซ. ซึ่งขึ้นกับขนาดและ
รูปร่าง

ของเม็ดทราย คือทรายหยาบหลวมยากกว่าทรายละเอียด ทรายมนจะหลวมง่ายกว่าทรายเหลี่ยม

๖. สี (color) สีของทรายหล่อไม่มีความสำคัญเว้นจะเป็นตัวชี้บอกสารที่เจือปนอยู่ และประมาณจำนวนได้โดยประมาณ ทรายที่มีสีเหลือง หรือสีแดง แสดงว่ามีเหล็กผสมอยู่มาก ทรายขาวแสดงว่ามีเหล็กผสมอยู่น้อยมาก

๗. ส่วนประกอบทางเคมี (Chemical composition) เป็นสิ่งสำคัญ ใช้พิจารณาว่ามีสารเคมีอะไรเจือปนอยู่บ้างในควอร์ตซ์ โดยวิธีนี้สามารถที่จะหาปริมาณและคุณสมบัติของฟลักซ์ที่จะใช้ได้

๘. ส่วนประกอบทางแร่ (Mineralogical composition) ข้อมูลของคุณภาพและปริมาณของแร่ที่ประกอบอยู่ในทราย อาจหาออกมาได้โดยการทดสอบแร่ การศึกษานี้เป็นขั้นแรกของการวิเคราะห์ทางเคมี

๙. รูปร่างของเม็ดทราย (Shape) เป็นองค์ประกอบสำคัญซึ่งมีผลต่อความพรุนของทราย และการหลอมตัวตามที่ได้อธิบายมาแล้ว ทรายเหลี่ยมมีการจับตัวแข็งแรงกว่าทรายมน สำหรับทรายที่ใช้พลาสติกเป็นตัวประสาน ถ้าพิจารณาถึงในแง่ของการจับตัวกันแล้ว ผิวของทรายจะมีความสำคัญเท่ากับรูปร่างของทรายด้วย ทรายที่มีผิวหยาบจะมีการจับตัวดีกว่าทรายผิวเรียบ ตามความเป็นจริงแล้วทรายมนมีผิวที่หยาบกว่าทรายเหลี่ยมซึ่งได้อธิบายมาแล้ว

รายละเอียดของทรายที่ทำแบบหล่อ (Specification for common molding sand) ในการหล่อแบบต่าง ๆ ทรายหล่อทั่ว ๆ ไป จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

๑. ทรายจะต้องไม่จับกัน เป็นก้อนใหญ่
๒. ทรายควรจะไม่มีส่วนที่เป็นฟลักซ์ และตัวประสานอยู่ด้วย ซึ่งจะปฏิบัติการภายใต้ความร้อนสูงสุดที่ทรายจะได้รับ ดังนั้นจึงต้องใช้ทรายที่มีซิลิกาสูง
๓. ทรายจะต้องประกอบด้วยผิว ขนาด และรูปร่างของทรายที่จะให้ความขាប់ซึมและแรงจับตัวตามต้องการ ยิ่งกว่านั้นถ้าเป็นไปได้ควรจะทำให้เป็นไปตามที่ได้กล่าวมาข้างต้น เพื่อให้สิ่ง

ที่ล่อนี้มีผิวเรียบโดยไม่ต้องใช้ทรายโรยหน้า

๔. ตัวประสานควรจะมีความทนทานและมีอายุใช้งานนานแสดงถึงปริมาณที่เพียงพอ เพื่อจะลดหรือเพิ่มปริมาณตัวประสานในทรายธรรมชาติ

ทรายที่ใช้ทำแบบหล่อ และทำแกนของแบบหล่อ (Specification for steel molding sand and core sand) คุณสมบัติที่สำคัญที่สุด ที่ทำให้ทรายชนิดนี้เป็นที่ต้องการ คือ มีจุดหลอมตัวที่สูง และประกอบด้วยรูปร่าง ขนาดของเม็ดทราย ที่จะทำให้มีความซาบซึม และการจับตัวที่ดี ทรายที่ทำแกนจะต้องมีการหลอมตัวที่สูงกว่าทรายที่ใช้ทำแบบหล่อเหล็กกล้า เพราะว่าแกนจะถูกหล่อหุ้มด้วยโลหะเหลว จุดประสงค์ที่สำคัญของทรายชนิดนี้ ต้องมีผิวหยาบเพื่อจะได้มีการจับตัวที่แข็งแรง ทรายชนิดนี้ควรจะเป็นทรายมน วัตถุประสานในทรายธรรมชาติไม่จำเป็นเท่ากับวัตถุประสานที่ผลิตขึ้นเอง ซึ่งใช้มากในทรายที่หล่อเหล็กกล้าและทรายที่ทำแกนจะต้องมีสิ่งแปลกปลอมน้อยที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะต้องไม่มีทรายที่จับตัวกัน เป็นก้อนแข็งและมีสิ่งเจือปนอื่น ๆ