

**เอกสารแปล อย่างไม่เป็นทางการ**  
**ใช้ประโยชน์ เพื่อการควบคุมมาตรฐาน ในการล้างท่อประปา ของ กปน. เท่านั้น**

สมาคมการประปาแห่งสหรัฐอเมริกา  
ANSI / AWWA C651 - 99  
(ปรับปรุงแก้ไขของ ANSI / AWWA C651 - 92 )

**มาตรฐาน AWWA สำหรับ**  
**การฆ่าเชื้อในท่อประปา**

แปลโดย  
นายชัยวัฒน์ วรพิบูลพงศ์  
หน.สวป.กวม.ฝวค.

เรียบเรียงโดย  
นายศุภเกียรติ วัฒนศีล  
ผอ.กคณ. ฝวค.

**กุมภาพันธ์ 2545**

## คำนำ

คำนำ นี้ เป็นเพียงข้อมูลประกอบ มิได้เป็นส่วนหนึ่งของ AWWA C651

### 1. บทนำ

#### 1.A) ภูมิหลัง

มาตรฐานฉบับนี้ ได้อธิบายวิธีการในการฆ่าเชื้อในท่อประปาซึ่งก่อสร้างวางท่อใหม่ ท่อประปาซึ่งอยู่ในแผนการซ่อมหรือแผนการบำรุงรักษา ที่เกิดการปนเปื้อนขณะเคลื่อนย้าย ท่อประปาที่จำเป็นต้องซ่อมฉุกเฉิน และท่อประปาในสภาพปกติที่พบการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย สารเคมีซึ่งใช้ฆ่าเชื้อโรคในมาตรฐานฉบับนี้คือ สารละลายคลอรีน โดยใช้ที่ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาสัมผัสต่างๆ (CT) โดยสารละลายคลอรีน อาจจะมาจก คลอรีนเหลว ( $Cl_2$ ) คลอรีนผง (Calcium hypochlorite :  $Ca(OCl)_2$ ) หรือ (Sodium Hypochlorite :  $NaOCl$ )

#### 1.B) ประวัติ

มาตรฐานนี้ ได้รับการรับรองครั้งแรก เมื่อวันที่ 30 กันยายน 2490 จากคณะกรรมการบริหารของ AWWA ในชื่อ วิธีการฆ่าเชื้อในท่อประปา หลังจากนั้นมีการปรับปรุงเพิ่มเติม อีกหลายครั้งในปี 2491, 2496, 2497, 2511, 2524, โดยมีชื่อเรียกว่า AWWA C 601 ในปี 2529 จึงได้มีการกำหนดเป็นมาตรฐานในการฆ่าเชื้อในท่อประปา มีชื่อเรียกว่า AWWA C 651 เมื่อ 18 มิถุนายน 2535 และเริ่มมีผลบังคับเมื่อ 1 กุมภาพันธ์ 2536 สำหรับฉบับปรับปรุงใหม่นี้ได้รับการรับรองเมื่อ 20 มิถุนายน 2542

#### 1.C) การรับรอง

มาตรฐานนี้ได้รับการรับรองจาก

- USEPA : US Environmental Protection Agency
- AWWARF
- COSHEM
- ASDWA

ในสหรัฐอเมริกา ได้มีการออกระเบียบ/กฎหมายในการใช้ควบคุมผลิตภัณฑ์ที่ใช้ หรือเกี่ยวเนื่องกับน้ำดื่มได้ตามอำนาจของแต่ละมลรัฐ หน่วยงาน ในระดับท้องถิ่นอาจจะเลือกการบังคับให้กว่ามาตรฐานนี้ก็ได้ ในการประเมินผลกระทบต่อสุขภาพของผลิตภัณฑ์อาหารและน้ำดื่ม รวมทั้งผลิตภัณฑ์ต่อเนื่องกับผลิตภัณฑ์เหล่านี้ มลรัฐต่างๆ อาจใช้เกณฑ์อ้างอิงต่าง ๆ ได้จากเอกสารดังต่อไปนี้

1. เกณฑ์แนะนำ ของ USEPA
2. นโยบาย เฉพาะของมลรัฐหรือหน่วยงานท้องถิ่นเอง
3. มาตรฐาน 2 ฉบับ ที่จัดทำโดย NSF, ANSI

คือผลกระทบต่อสุขภาพของ สารเคมีที่ใช้ในการผลิตน้ำดื่มและผลกระทบต่อสุขภาพขององค์ประกอบของระบบน้ำดื่ม

4. เอกสารอ้างอิงอื่น ๆ รวมทั้ง มาตรฐาน AWWA กฎหมายว่าด้วยสารเคมีในอาหาร กฎหมายว่าด้วยสารเคมีในน้ำและมาตรฐานอื่น ตามความเห็นชอบจากมลรัฐหรือหน่วยงานในท้องถิ่นนั้น ๆ

AWWA C651-99 ไม่ได้กล่าวถึง ข้อกำหนดของสารปรุงแต่งต่าง ๆ ดังนั้น ผู้ว่าจ้างต้องหารือกับองค์กร/หน่วยงานในท้องถิ่นในเรื่องเหล่านี้เอง เพื่อ

1. ระบุข้อกำหนดของสารปรุงแต่งต่าง ๆ ที่ต้องนำมาใช้ในมาตรฐาน นั้น
2. ระบุสถานะของฝ่ายต่าง ๆ ในการรับรองผลิตภัณฑ์ที่สัมผัสหรือที่ใช้ในการผลิตน้ำดื่ม
3. ระบุข้อมูลปัจจุบันและการรับรองผลิตภัณฑ์

## 2. เนื้อหาพิเศษ

โดยทั่วไปแล้ว การฆ่าเชื้อในท่อประปาใหม่ทำได้ง่ายกว่าในท่อประปาที่ซ่อม เนื่องจากเมื่อเกิดท่อแตก/ระเบิดหรือตัดท่อ ซ่อมท่อประปาที่หลังใช้งานอยู่นั้น ยากต่อการควบคุมสภาวะแวดล้อมให้ถูกสุขลักษณะ ตลอดจนความเร่งรัด/เร่งด่วน ในการซ่อมและเปิดใช้งานบริการประชาชน ส่วนแต่เป็นข้อจำกัด การฆ่าเชื้อในกรณีนี้จึงต้องคำนึงถึงการประหยัดเวลามากกว่าในกรณีของการวางท่อประปาใหม่

คนงานวางท่อซ่อมท่อพืงตระหนักถึงอันตรายต่อสุขภาพ และควรได้รับการฝึกอบรมให้เข้าใจถึงขั้นตอนในการวางท่อซ่อมท่อและวิธีการในการฆ่าเชื้อ

การฆ่าเชื้อนั้นต้องใช้ทักษะบ้าง แต่ไม่จำเป็นต้องอยู่ในระดับผู้เชี่ยวชาญ การใช้เครื่องได้ เครื่องมือบางประเภทอาจจะต้องใช้บุคลากรที่ได้รับการฝึกฝนพิเศษบ้าง แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของการฆ่าเชื้อส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านการดูแลทำความสะอาดท่อประปาและการระมัดระวังมิให้เกิดการปนเปื้อนในระหว่างการก่อสร้างเป็นส่วนใหญ่ ปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การใส่คลอรีนผง นั้น ดำเนินการโดยคนงาน จึงเป็นเรื่องที่ตีหากจะให้ได้ให้ความรู้ อบรมคนงานเหล่านี้ ให้เข้มงวดในการรักษาความสะอาดและหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนภายในท่อประปา

ในการวิเคราะห์ทางจุลชีวะตามบทที่ 5.1 เพื่อดูว่าในท่อประปายังมีเชื้อโคลิฟอร์มปนเปื้อนอยู่หรือไม่นั้น ให้ดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ ว่าด้วยการก่อสร้าง/ติดตั้ง ท่อประปา ประตูน้ำ ข้อต่อ และอื่นๆ ตลอดจนการล้างระบาย (Flushing) ท่อประปาก่อนการฆ่าเชื้อก่อนต่อเข้ากับระบบสูบน้ำ หากไม่ผ่านการทดสอบทางจุลชีวะจะต้องล้างระบายหรือฆ่าเชื้อในท่อประปาซ้ำอีกครั้งหนึ่ง ฟังก์ชันอยู่ที่เสมอว่า การวิเคราะห์คุณภาพน้ำครั้งสุดท้ายของท่อประปามีได้มีความหมายถึงการได้รับการรับรอง ว่า การวางท่อซ่อมท่อถูกหลักสุขาภิบาล สิ่งที่มีความสำคัญคือ การดูแลวัสดุอุปกรณ์ในระหว่างการก่อสร้างให้มีความสะอาดถูกสุขลักษณะ การตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง เป็นภาระกิจสำคัญในการสร้างความมั่นใจให้เกิดขึ้น ว่าการวางท่อซ่อมท่อประปานั้น ๆ ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาล ภายในเส้นท่อปราศจากเชื้อจริง ๆ

มีวิธีการฆ่าเชื้อในท่อประปาใหม่ อยู่ 3 วิธี ซึ่งได้อธิบายให้รายละเอียดไว้แล้วในมาตรฐานฉบับนี้ ได้แก่ วิธีใช้คลอรีนผง/ วิธีเติมอย่างต่อเนื่องและ วิธีก้อนมวลน้ำ (Slug Method) ควรจะเลือกใช้วิธีใดวิธีหนึ่งที่เหมาะสม โดยให้คำนึงถึงขนาดและความยาวท่อประปา ชนิดของข้อต่อ ชนิดของเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการฆ่าเชื้อ การฝึกอบรมคนงาน ตลอดจนปัจจัยด้านความปลอดภัย เช่น วิธีการเติมอย่างต่อเนื่อง หรือ วิธีก้อนมวลน้ำ (Slug Method) ควรใช้เครื่องจ่ายคลอรีนแก๊สเท่านั้น ต้องมีการออกแบบและมีอุปกรณ์อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ ห้ามใช้อุปกรณ์ชั่วคราวกับหลอดคลอรีนเหลวเป็นอันตราย

ต้องมีการพิจารณาอย่างรอบคอบ คำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้น จากการทิ้งน้ำเสียซึ่งมีปริมาณคลอรีนตกค้างสูงมาก ที่จะเป็นสาเหตุของการทำลายสิ่งแวดล้อม ปลา พืชและสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ให้เติมสารเคมีเพื่อลดปริมาณคลอรีน มิให้เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมด้วย

วิธีใช้คลอรีนผง ห้ามใช้ในกรณีของท่อประปาที่มีได้มีการรักษาความสะอาดที่ดี และไม่รักษาท่อประปาให้แห้ง ไม่ให้ใช้ในกรณีของท่อประปาขนาดใหญ่ โดยเฉพาะในกรณีที่คนงานก่อสร้างยังจำเป็นต้องเข้าไปในท่อประปา เพื่อเชื่อมหรือตรวจสอบรายละเอียด ทั้งนี้ เพราะยาคลอรีนผงดังกล่าวจะปล่อยควันพิษออกมา เมื่อมีการสัมผัสความชื้น การใช้คลอรีนผงแบบนี้ พบว่า ความเข้มข้นของคลอรีนจะไม่สม่ำเสมอทั่วท่อประปา โดยจะมีปริมาณคลอรีนเข้มข้นสะสมอยู่ที่ท่อ การใส่ยาเม็ดแบบนี้จึงใช้ได้เฉพาะก่อนการล้างระบาย (Flushing) เท่านั้น วิธีนี้เหมาะสำหรับกรณีของท่อประปาที่มีขนาด  $\phi$  ไม่เกิน 24 นิ้ว และไม่ต้องใช้อุปกรณ์เครื่องมือพิเศษใด ๆ

วิธีการเติมอย่างต่อเนื่อง เหมาะสำหรับการฆ่าเชื้อโดยปกติทั่ว ๆ ไป โดยเฉพาะกรณีที่ต้องล้างระบายท่อเบื้องต้น (Preliminary Flushing) เพื่อชะล้างเศษวัสดุ ชิ้นส่วนน้ำหนักเบา ออกจากท่อประปาแต่อาจมีตกค้างบริเวณช่องว่างของรอยต่อท่อได้ วิธีนี้มีข้อดีคือ ความเข้มข้นของคลอรีนมีความสม่ำเสมอตลอดทั้งท่อประปา

วิธีก้อนมวลน้ำ (Slug method) เหมาะสำหรับการฆ่าเชื้อในท่อประปาขนาดใหญ่ โดยเฉพาะในกรณีซึ่งต้องใช้น้ำในปริมาณมาก ๆ ซึ่งทำให้ไม่สามารถใช้วิธีการเติมอย่างต่อเนื่องได้ วิธีนี้มีข้อดีในการประหยัดการใช้สารเคมีในท่อประปาที่มี  $\phi$  ขนาดใหญ่ และความยาวมาก ๆ และยังสามารถลดปริมาณของน้ำคลอรีนเข้มข้นสูงที่จะถูกปล่อยทิ้งในภายหลังอีกด้วย

การฆ่าเชื้อในท่อประปาทั้ง 3 วิธีการนี้ มีวัตถุประสงค์หลักในการฆ่าเชื้อเพื่อให้ปราศจากโคลิฟอร์ม และต้องมีการยืนยันผลโดยการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ วิธีการทั้ง 3 วิธีที่กล่าวไว้ข้างต้นสามารถยืดหยุ่นได้บ้างตามสภาพข้อเท็จจริงในภาคสนาม

ในกรณีของคลอรีนผง และการเติมอย่างต่อเนื่อง ต้องใส่ความเข้มข้นของคลอรีน เมื่อเริ่มทำการฆ่าเชื้อที่ 25 mg/l และมีเวลาในการฆ่าเชื้ออย่างน้อย 24 ชั่วโมง วิธีคลอรีนผงไม่สามารถทำก่อนการล้างระบายหรือการทำความสะอาดเส้นท่อ ปริมาณคลอรีนคงเหลือจึงให้อยู่ในระดับที่ตรวจสอบพบได้ ในขณะที่วิธีการเติมอย่างต่อเนื่อง สามารถเป็นทั้งการล้างระบาย และการฆ่าเชื้อเบื้องต้น ปริมาณคลอรีนตกค้างคงเหลือจึงต้องวัดได้ไม่น้อยกว่า 10 mg/l ในกรณีที่ต้องลดเวลาสัมผัสคลอรีนลง อาจใช้วิธีก้อนมวลน้ำ (Slug Method) ได้ ซึ่งจะใช้เวลาในการสัมผัสลดลงเหลือ 3 ชั่วโมง แต่ต้องใช้ คลอรีนที่มีความเข้มข้นเริ่มต้น 100 mg/l จะเห็นได้ว่าระยะเวลาสัมผัส นั้นแตกต่างกันทั้งสามวิธี แต่ผลที่ต้องการนั้นเหมือนกัน คือ ท่อสะอาด ปราศจากโคลิฟอร์ม

### 3. การใช้มาตรฐานนี้

นำมาตรฐานของ AWWA นี้มาใช้ให้พิจารณาข้อกำหนดในมาตรฐานและนำไปประยุกต์ใช้ตามความต้องการ AWWA มิชอบรับผิดชอบใด ๆ ในการประยุกต์ใช้มาตรฐานนี้

**3.A)** ผู้ว่าจ้าง มาตรฐานนี้เขียนไว้เสมือนว่างานฆ่าเชื้อเป็นงานของผู้ว่าจ้าง ขณะที่งานจะถูกแยกเป็นหลาย ๆ สัญญาหรือเป็นส่วนหนึ่งของสัญญาวางท่อ ในรายละเอียด (Specification) ของผู้ว่าจ้างต้องให้แน่ใจว่าผู้รับจ้างต้องรับผิดชอบครอบคลุมรายละเอียดต่อไปนี้

1. มาตรฐานที่ใช้ นั่นคือ AWWA C651-99
2. ชนิดคลอรีนที่ใช้ (ข้อ 4.1.1, 4.1.2, และ 4.1.3)
3. วิธีจ่ายคลอรีน (ข้อ 4.4.2, 4.4.3 และ 4.4.4)
4. จุดที่จะล้างระบาย อัตราล้างระบาย สถานที่ติดตั้งอุปกรณ์ระบายน้ำ (ข้อ 4.4.3.2, 4.5.1 และ 4.5.2)
5. จำนวนและความถี่การเก็บตัวอย่างวิเคราะห์แบคทีเรีย (ข้อ 5.1.1, 5.1.2 และ 5.2)
6. วิธีเก็บตัวอย่างน้ำ (ข้อ 5.1.3)
7. การเชื่อมต่อท่อประปาเดิม และ การเชื่อมต่อท่อประปาใหม่ (ข้อ 4.4.3.3(1), 4.4.3.3(2) และ 4.6)
8. วิธีปฏิบัติในมาตรฐานนี้ ซึ่งให้ไว้เป็นทางเลือก อาจนำมาเป็นรายละเอียด (Spec) ของผู้ว่าจ้างก็ได้

\*\*\*\*\*

# มาตรฐาน AWWA สำหรับ การฆ่าเชื้อในท่อประปา

## บทที่ 1: ทั่วไป

### บทที่ 1.1 ขอบข่าย

มาตรฐานฉบับนี้ กล่าวถึง วิธีปฏิบัติซึ่งจำเป็นสำหรับการฆ่าเชื้อในการวางท่อประปาใหม่ และ ซ่อมท่อประปา ในระบบสูบน้ำประปา ท่อเหล่านี้จะต้องได้รับการฆ่าเชื้อก่อน นำมาใช้งานในระบบสูบน้ำ

### บทที่ 1.2 วัตถุประสงค์

มาตรฐานฉบับนี้ มี จุดประสงค์ ในการบ่งชี้ ข้อกำหนดขั้นต่ำสุดในการฆ่าเชื้อ ของท่อประปาในระบบสูบน้ำประปา โดย รวมถึงการจัดเตรียมท่อประปา, การใช้ คลอรีน, การเก็บตัวอย่าง และ การวิเคราะห์ หาโคลิฟอร์ม แบคทีเรีย

### บทที่ 1.3 การใช้งาน

มาตรฐานฉบับนี้ สามารถนำไปใช้อ้างอิง ถึงการกำหนด วิธีการฆ่าเชื้อในท่อประปา และ สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการวางท่อประปา และ ซ่อมท่อประปา ในระบบสูบน้ำประปา

## บทที่ 2: เอกสารอ้างอิง

มาตรฐานฉบับนี้ ได้อ้างอิง เอกสารดังต่อไปนี้ ทั้งนี้ ให้ยึดถือเอกสารฉบับที่มีการปรับปรุงล่าสุด ในกรณีที่มีข้อขัดแย้งกับมาตรฐานฉบับนี้ ให้ยึดถือมาตรฐานฉบับนี้เป็นเกณฑ์

- ANSI/AWWA B300-Standard for Hypochlorites.
- ANSI/AWWA B301-Standard for Liquid Chlorine.
- *Simplified Procedures for Water Examination.* AWWA Manual M12. AWWA, Denver (1997).
- *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.* APHA, AWWA, and WEF. Washington, D.C. (20th ed., 1998).

เอกสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง กับมาตรฐานฉบับนี้ ได้แก่:

- *Chlorine Manual*-Chlorine Institute Inc.
- *Introduction to Water Treatment*. WSO Series, Vol. 2, AWWA, Denver (1984).
- Material Safety Data Sheets for forms of Chlorine used (provided by suppliers).
- *Safety Practice for Water Utilities*. AWWA Manual M3. AWWA, Denver (1990).
- *Water Chlorination Principles and Practices*. AWWA Manual M20. AWWA, Denver (1973).
- *Water Quality and Treatment*. AWWA, Denver (4th ed., 1990).

### บทที่ 3: คำนิยาม (Definition)

มาตรฐานฉบับนี้ ไม่ได้กำหนดคำนิยามไว้

### บทที่ 4: ข้อกำหนด (Requirement)

#### มาตราที่ 4.1 ชนิดของ คลอรีน ในการฆ่าเชื้อ

ชนิดของ คลอรีน ในการฆ่าเชื้อ ได้แก่ คลอรีน เหลว, คลอรีนน้ำ (Sodium hypochlorite Solution) และ คลอรีนผง (Calcium hypochlorite) หรือคลอรีนเม็ด

##### 4.1.1 คลอรีน เหลว

คลอรีน เหลว ตามมาตรฐานของ ANSI / AWWA B301 มีปริมาณคลอรีน 100% บรรจุในถังเหล็ก ขนาด 100 ปอนด์, 150 ปอนด์, หรือ 1 ตัน (45.4 kg, 68.0 kg, หรือ 907.2 kg เฉพาะน้ำหนักของคลอรีน)

การใช้ คลอรีน ต้องใช้อุปกรณ์ในการจ่าย ได้แก่ เครื่อง Ejector และ เครื่อง chlorinators ที่มีขนาดเหมาะสมแก่การใช้งาน และสามารถควบคุมการจ่าย สารละลายคลอรีนความเข้มข้นสูงได้

ต้องมีผู้ชำนาญการ ที่รู้เรื่องสารเคมี และ เข้าใจคุณสมบัติของ คลอรีนเหลวเป็นอย่างดี รวมทั้งผู้ปฏิบัติงานต้องได้รับการฝึกอบรม ตลอดจนสามารถใช้เครื่องมือฉุกเฉิน/ป้องกัน / ระวังอุบัติเหตุ ได้อย่างดี

มีมาตรการในการสร้างความปลอดภัยในการทำงาน ของผู้ปฏิบัติงาน และ สาธารณะ

##### 4.1.2 คลอรีนน้ำ (Sodium hypochlorite)

คลอรีนน้ำ ตามมาตรฐาน ของ ANSI / AWWA B300 พบได้ในรูปของ ของเหลว บรรจุในภาชนะที่ทำด้วยแก้ว, ภาชนะที่บุเคลือบ ด้วยยาง, หรือ ภาชนะพลาสติก มีขนาด ตั้งแต่ 1 qt ( 0.95 L) ถึง 5 gal ( 18.92 L) ภาชนะบรรจุขนาด 30 gal (113.6 L) หรือ กว้างนี้ ตามพื้นที่

คลอรีนน้ำ มีปริมาณคลอรีน 5% ถึง 15%, จะต้องมีการควบคุมดูแล สภาพแวดล้อมในการเก็บรักษา และ ระยะเวลาในการเก็บ เพื่อลดอัตราการเสื่อม/สลายตัว

ปริมาณ คลอรีน ถูกแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนัก เมื่อความเข้มข้น ที่ 5% หรือน้อยกว่า, และ จะแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ของ ปริมาตรสำหรับความเข้มข้นที่สูงขึ้น

โดยใช้สูตรในการคำนวณ

จำนวนเปอร์เซ็นต์ คูณ 10 = กรัม ของ คลอรีน ต่อลิตรของ คลอรีน

#### 4.1.3 คลอรีนผง (Calcium hypochlorite)

คลอรีนผง ตามมาตรฐานของ ANSI / AWWA B300 มีอยู่ในรูป ผงหยาบ ๆ หรือ แบบเม็ดขนาด 5 กรัม, และมีคลอรีน ประมาณ 65% โดยน้ำหนัก การเก็บรักษา ให้เก็บในที่ เย็น, แห้ง, และ มีด เพื่อลดอัตราการเสื่อมสลายตัว

**คำเตือน:** คลอรีนผง แบบเม็ดใช้เวลาในการละลายประมาณ 7 ชั่วโมง และ ต้องมีระยะเวลาสัมผัสเหมาะสมอีกด้วย ห้ามใช้ คลอรีนผงในการฆ่าเชื้อในสระว่ายน้ำ เพราะ สารเคมีนี้ จะมีการแยกตัว และ กำจัดออกจาก ท่อได้ยาก หลังจากที่ได้ฆ่าเชื้อตามระยะเวลาสัมผัสที่กำหนดแล้ว

#### บทที่ 4.2 วิธีปฏิบัติพื้นฐานในการฆ่าเชื้อ

วิธีปฏิบัติพื้นฐานในการฆ่าเชื้อ ประกอบด้วย:

1. การตรวจสอบวัสดุอุปกรณ์ใช้งานทั้งหมด เพื่อให้เกิดความมั่นใจในความพร้อมสมบูรณ์ของวัสดุอุปกรณ์
2. การป้องกันมิให้มีวัสดุทุกชนิดเข้าไปปนเปื้อนภายในท่อประจําานที่กองเตรียมไว้กำลังก่อสร้าง, หรือที่กำลังซ่อม
3. การทำความสะอาดโดยการล้างระบายด้วยน้ำ (Flushing) หรือ โดยวิธีการอื่นๆ เพื่อขจัดเศษวัสดุต่างๆ ที่อาจหลงหลุดเข้าไปในท่อประจําาน
4. การฆ่าเชื้อ โดยการจ่ายคลอรีน เพื่อฆ่าเชื้อที่อาจปนเปื้อนเข้ามาในระบบ รวมทั้ง การล้างระบาย (Flushing) เพื่อล้างน้ำ ที่มีคลอรีนสูงออกจากระบบท่อประจําาน
5. การป้องกันระบบสูบน้ำที่กำลังใช้งานอยู่ จาก แรงดันย้อนกลับ (Backflow) ที่เกิดขึ้นจากการทดสอบ แรงดัน และ จากขั้นตอนต่างๆของการฆ่าเชื้อ
6. บันทึก ระดับ /ระยะเวลา ในการแช่คลอรีน ในท่อแต่ละแห่งในการฆ่าเชื้อ
7. วิเคราะห์คุณภาพทางแบคทีเรีย ภายหลังการฆ่าเชื้อ
8. การเชื่อมต่อท่อประจําานที่วางใหม่ เข้ากับระบบสูบน้ำ



## บทที่ 4.3 มาตรการในการป้องกันและการแก้ไขระหว่างการก่อสร้าง

### 4.3.1 ทั่วไป

อนุภาคหนัก โดยทั่วไปจะมีแบคทีเรีย และ จะบดบังมิให้คลอรีน เข้าถึงเบคทีเรียที่ต้องการฆ่าได้ ดังนั้น ในขั้นตอนนี้ต้องตรวจสอบดูว่า ท่อประปาและส่วนประกอบต่างๆ ได้รับการทำความสะอาดเป็นอย่างดี อย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อความพร้อม ในการดำเนินการฆ่าเชื้อ ในขั้นตอนสุดท้าย โดย การจ่ายคลอรีน นอกจากนี้ การเชื่อมต่อท่อประปา เข้ากับระบบสูบล้าง ต้องได้รับการตรวจสอบ เก็บตัวอย่าง ทางแบคทีเรีย ตามบทที่ 5 ของมาตรฐานนี้ จนผ่านมาตรฐานอย่างครบถ้วน

### 4.3.2 รักษาท่อให้สะอาดและแห้ง

ภายในของท่อ, ข้อต่อ, และ ประตูน้ำ ต้องได้รับการดูแล มิให้เกิดการปนเปื้อน ท่อที่จัดส่งให้ภาคสนามสำหรับการก่อสร้าง ต้องมีการป้องกันเพื่อมิให้เศษวัสดุจากภายนอก ปนเปื้อน เข้าไปในท่อ ส่วนเปิดของท่อ (หัว-ท้ายของท่อ) จะต้องหาวัสดุมาครอบปิด ด้วยวัสดุครอบหัวท้ายกันน้ำเข้า (Water-tight plug) โดยเฉพาะในระหว่างการวางท่อประจำวัน แล้วต้องหยุดการทำงานด้วยสาเหตุ ใดๆ เช่น การพักผ่อน พักทานอาหาร เป็นต้น วัสดุปิดแบบกันหนู (Rodent-proof plug) อาจจะนำมาใช้ทดแทน ในกรณีที่เมื่อไม่สามารถหา วัสดุครอบหัวท้ายกันน้ำเข้า (Water-tight plug) ได้

#### 4.3.2.1 ความล่าช้าในการวางท่อ

ท่อที่ถูกส่งมายังภาคสนามแล้ว เกิดความล่าช้าในการวางท่อ จะนำมาซึ่งโอกาสที่เกิดการปนเปื้อนได้มาก ดังนั้นการวางแผน เป็นอย่างดี เพื่อให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างการสั่งท่อ / การส่งท่อ / การวางท่อ เพื่อลดปัญหาการปนเปื้อน จึงมีความสำคัญมาก ต่อ การลดความเสี่ยงของการปนเปื้อน

### 4.3.3 ข้อต่อ

การต่อข้อต่อ ในคู หรือ ร่องที่ขุดไว้ ต้องดำเนินการให้เสร็จสิ้นจนกระทั่งงานเรียบร้อย ในกรณีที่น้ำท่วมขังในคูหรือร่องที่ขุดไว้ ต้องปิดท่อด้วย วัสดุครอบหัวท้ายกันน้ำเข้า (Water-tight plug) และ รอจนกระทั่งน้ำแห้งจึงดำเนินการต่อ

### 4.3.4 สาร รัตรัง

วัสดุรัตรังจึงประกอบด้วยวัสดุหุ้มท่อ หรือ วงยางรัดท่อ หรือ เชือก หรือ วัสดุที่ผ่านการรับรอง ห้ามใช้วัสดุประเภท ปอ กระดาษหรือกัญชา วัสดุรัตรังจะช่วยป้องกันมิให้ท่อเกิดการปนเปื้อน ในกรณีที่มีการใช้เชือกโยหิน จะต้องระมัดระวัง มิให้ เศษโยหิน ปนเปื้อนเข้าในท่อส่วนที่สัมผัส

### 4.3.5 วัสดุประสาน เช่น กาว (Sealing Material)

ในการประสาน ห้ามใช้ วัสดุปนเปื้อน หรือ วัสดุที่ส่งเสริมให้เกิดการเจริญเติบโตของเชื้อโรค หรือเป็นบ่อเกิดของเชื้อจุลินทรีย์ การจัดเก็บวัสดุประสาน ให้จัดเก็บในรูปแบบที่ลดอัตรา/หลีกเลี่ยงการปนเปื้อน สารหล่อลื่นที่ใช้ในการติดตั้งปะเก็น หรือ การประสาน จะต้องเป็นประเภทที่ใช้สำหรับน้ำดื่มเท่านั้น และไม่ก่อให้เกิดกลิ่น ในการนำส่งมายังภาคสนาม ต้องปิดฝาให้เรียบร้อย สนิท และ แปร่งที่ใช้ทำจะต้องสะอาดด้วย

#### 4.3.6 การเข็ดทำความสะอาด

ถ้ามีสิ่งปนเปื้อน/สกปรกเข้าไปท่อ ให้ขจัดออก โดยการทำความสะอาดพื้นผิวภายในท่อ โดยใช้ คลอรีนน้ำ 1-5 % ฆ่าเชื้อ ในกรณีที่เห็นว่า สิ่งสกปรกไม่สามารถทำความสะอาดได้ด้วยขั้นตอนการ ล้างระบาย (Flushing) ได้ ในกรณีนี้ ต้องใช้เครื่องมือกลช่วยในการทำความสะอาด เช่น เครื่องฉีดน้ำแรงอัดสูง โดยใช้สารละลาย คลอรีนน้ำ 1 % ในการทำความสะอาดฆ่าเชื้อ โดยวิธีที่ใช้ในการทำ ความสะอาดที่ใช้ ต้องไม่ทำให้ เศษโคลน หรือ ซากสลักหักพัง ถูกดันเข้าไปในท่อภายใน หรือ รอยต่อของข้อต่อ และ ต้องได้รับความ เห็นชอบจากผู้ว่าจ้าง

#### 4.3.7 การซ่อมเป็ยก

ในกรณีที่ไม่สามารถทำให้ท่อและข้อต่ออยู่ในสภาพที่แห้ง ในระหว่างการประกอบ / การติดตั้ง การวางท่อ ในร่องคู ในกรณี เช่นนี้ ต้องทำให้ น้ำที่อาจจะถูกซึมเข้าไปในรอยข้อต่อ เป็นน้ำคลอรีนที่มีความเข้มข้น ประมาณ 25 mg / L ซึ่งอาจจะทำได้โดยการเติม คลอรีนผง ตลอดความยาวของท่อ แต่ละท่อน ก่อนที่จะหย่อนลงในร่องคูที่เป็ยก หรือ การเติม คลอรีนผง ลงในคูที่เป็ยก

#### 4.3.8 กรณีที่น้ำท่วมโดยพายุ หรือ โดยอุบัติเหตุระหว่างการก่อสร้าง

ถ้าท่อประปาถูกน้ำท่วมระหว่างการก่อสร้าง ให้สูบน้ำที่ท่วมขัง และล้างระบาย (Flushing) ด้วยน้ำดื่มได้ จนกระทั่งท่อ ประปาสะอาด จากนั้นให้ แซ่ด้วย น้ำดื่มได้ที่มี ระดับ คลอรีนอิสระคงเหลือค้าง ไม่น้อยกว่า 25 mg / L เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้น จึงระบายน้ำปนเปื้อน คลอรีน นั้นออกจากท่อประปา และเมื่อการก่อสร้างเสร็จสมบูรณ์ ให้ฆ่าเชื้อ ในท่อประปา โดยวิธีการ เติม คลอรีนอย่างต่อเนื่อง หรือ วิธี Slug method ซ้ำอีก

#### 4.3.9 การป้องกันแรงดันย้อนกลับ (Backflow) - ข้อกำหนดเพิ่มเติม : ทางเลือก

การป้องกันแรงดันย้อนกลับ (Backflow) เป็นข้อกำหนดเพิ่มเติม : ทางเลือก ที่ผู้ว่าจ้าง สามารถกำหนดขึ้นได้ โดยการ กำหนดให้มีการแยกท่อประปาที่สร้างใหม่ให้แยกออก (ทางกายภาพอย่างชัดเจน) ระบบสูบส่งที่กำลังใช้งานอยู่อย่างชัดเจน (ดู รูปที่ 1) จนกระทั่งท่อประปาใหม่ ได้รับการทดสอบทาง Bacteriological จนเป็นที่พอใจผ่านเกณฑ์คุณภาพ ไม่มีเชื้อโรค น้ำที่ใสเติมใน ท่อประปาใหม่ เพื่อการทดสอบแรงดัน, เพื่อฆ่าเชื้อ, และการล้างระบาย (Flushing) ให้ใช้วิธีการเชื่อมต่อชั่วคราวระหว่างระบบสูบส่ง กับ ท่อประปาใหม่ การเชื่อมต่อชั่วคราวให้รวมถึง อุปกรณ์ควบคุม และ ป้องกันอันตราย (การติดตั้งประตูน้ำกั้นย้อนกลับสองชั้น หรือ การสร้างอาณาเขตลดแรงดัน) และต้องถูกตัดขาด/แยกออก (ทางกายภาพ) อย่างชัดเจนจากระบบสูบส่ง ในระหว่างการทดสอบแรงดัน ในท่อประปาใหม่ ภายหลังเสร็จสิ้นการทดสอบแรงดัน ดังกล่าวแล้ว จึงมาเชื่อมต่อชั่วคราวขึ้นมาใหม่ เพื่อการใช้น้ำในการล้างระบาย (Flushing) น้ำคลอรีนเข้มข้นที่ใช้ฆ่าเชื้อทั้ง ก่อนการประกอบชิ้นส่วนสุดท้าย เข้าระบบสูบส่งน้ำที่กำลังใช้งานอยู่

**หมายเหตุ:** น้ำคลอรีนที่ใช้ฆ่าเชื้อซึ่งมีระดับ คลอรีน สูงมาก หรือ ระดับpH ที่ผิดปกติมากนี้ อาจเป็นสาเหตุให้การทำให้ ระคายเคืองรุนแรงต่อผู้บริโภคได้ น้ำคลอรีนเข้มข้นสูงเป็นผลิตภัณฑ์ข้างเคียง (by-products) ของการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน

## มาตราที่ 4.4 วิธีการจ่ายคลอรีน

### 4.4.1 ทัวไป

มีวิธีการจ่ายคลอรีน 3 วิธี ซึ่งจะได้อธิบายในบทนี้ คือ วิธีคลอรีนเม็ด (Tablet Method), วิธีเติมอย่างต่อเนื่อง (Continuous feed Method) และ (Slug Method) ขอแนะนำในคําแนะนําเป็นประโยชน์ในการเลือกใช้วิธีที่เหมาะสม วิธีคลอรีนเม็ดใช้ความเข้มข้นของคลอรีน ประมาณ 25 mg/L; วิธีใสอย่างต่อเนื่อง ต้องรักษาระดับคลอรีนคงเหลือค้างไว้ ไม่น้อยกว่า 10 mg/L เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และวิธี Slug Method ให้รักษาระดับ คลอรีนคงเหลืออิสระไม่น้อยกว่า 50 mg/L เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

#### 4.4.1.1 การเตรียมแหล่งน้ำสำหรับการล้างระบาย

แหล่งน้ำ สำหรับการทำการฆ่าเชื้อ และ ทดสอบแรงดัน ให้ล้างระบายแหล่งน้ำนั้นๆก่อน เพื่อป้องกันมิให้ เศษวัสดุ หรือสิ่งปนเปื้อน หรือ ซากสลักหักพัง เข้าไปในท่อประจําานใหม่ การระบายน้ำให้ทิ้งให้ห่างไกลจากพื้นที่การก่อสร้าง ในช่วงแช่น้ำคลอรีน เพื่อฆ่าเชื้อ แนะนำว่า ให้มีประตูน้ำ เพื่อตัด/แยก ท่อประจําานใหม่ ออกจากระบบสูบล่งที่กำลังใช้งานอยู่ และ ต้องดำเนินการปิดประตูน้ำให้แน่น ใส่สลัก แขนวนบาย เพื่อป้องกัน มิให้น้ำคลอรีนที่มีคลอรีนปริมาณสูงมาก ๆ เข้าปนเปื้อนในระบบสูบล่งจ่ายน้ำ โดยไม่ต้องใจ

#### 4.4.2 วิธีคลอรีนเม็ด

ทำโดย การเติม/ใส่ผงปูนคลอรีน (Calcium Hypochlorite) ชนิดผงหรือเม็ดลงในท่อประจําานใหม่ ระหว่างการก่อสร้างวางท่อ เมื่อวางท่อเสร็จแล้วให้ใส่น้ำสะอาดลงแช่ไว้

วิธีนี้ ให้ใช้ เฉพาะ กรณีที่การวางท่อประจําานและอุปกรณ์ได้รับการดูแล ให้สะอาดและแห้งในระหว่างการก่อสร้าง

#### 4.4.2.1 การเติมผงปูนคลอรีน (Calcium hypochlorite)

ในระหว่างการก่อสร้าง เติม/ใส่ผงปูนคลอรีน (Calcium hypochlorite) ที่บริเวณต้นน้ำของท่อ ท่อแยกและทุกระยะ 500 ฟุต ปริมาณของชนิดผงปูนคลอรีนให้เป็นไปตาม ตารางที่ 1

**คำเตือน:** วิธีการนี้ ห้ามใช้ ในกรณี ที่ท่อเป็นพลาสติกที่สามารถละลายด้วยสารละลาย หรือ ข้อต่อเหล็กกล้า ทั้งนี้ เนื่องจาก อาจเกิดอันตรายจากไฟไหม้ หรือ การระเบิด อันมีสาเหตุจากปฏิกิริยาของสารเชื่อมต่อกับท่อกับสาร Calcium Hypochlorite ได้

#### 4.4.2.2 การเติมคลอรีนเม็ด (Calcium hypochlorite tablets)

ในระหว่างการก่อสร้าง ใช้คลอรีนขนาด 5 กรัม เติม/ใส่ ในแต่ละส่วนของท่อ นอกจากนั้นให้ใส่คลอรีนเม็ด 1 เม็ด ในแต่ละหัวดับเพลิง ท่อแยกหัวดับเพลิง และอุปกรณ์อื่น ผงปูนคลอรีน 1 เม็ด ขนาด 5 กรัม ใช้ได้กับท่อยาว 0.0012 d<sup>2</sup>L ฟุตเมื่อ d คือเส้นผ่าศูนย์กลางท่อด้านในเป็นนิ้ว L คือความยาวท่อเป็นฟุต ผลลัพธ์ที่ได้ ให้ปิดเศษเป็นจำนวนเต็ม

ตารางที่ 1

**Table 1 Ounces of calcium hypochlorite granules to be placed at beginning of main and at each 500-ft interval**

Pipe Diameter (d)		Calcium Hypochlorite Granules	
in.	(mm)	oz	(g)
4	100	1.7	57
6	150	3.8	113
8	200	6.7	200
10	250	10.5	300
12	300	15.1	430
14 and larger	(350 and larger)	$D^2 \times 15.1$	$D^2 \times 427.9$

where D is the inside diameter in feet  $D = d/12$

ในตารางที่ 2 แสดงให้เห็นจำนวนของคลอรีนชนิดเม็ดที่ใช้สำหรับท่อประปาโดยทั่วไป

**Table 2 Number of 5-g calcium hypochlorite tablets required for dose of 25 mg/L\***

Pipe Diameter		Length of Pipe Section, ft (m)				
		13 (4.0) or less	18 (5.5)	20 (6.1)	30 (9.1)	40 (12.2)
in.	(mm)	Number of 5-g Calcium Hypochlorite Tablets				
4	(100)	1	1	1	1	1
6	(150)	1	1	1	2	2
8	(200)	1	2	2	3	4
10	(250)	2	3	3	4	5
12	(300)	3	4	4	6	7
16	(400)	4	6	7	10	13

\*Based on 3.25-g available chlorine per tablet; any portion of tablet rounded to the next higher integer.

การติดคลอรีนเม็ดกับผนังท่อ

การติดคลอรีนเม็ดกับผนังท่อนี้ให้ใช้กาวประเภทใช้กับอาหาร (Food grade) เท่านั้น ในการติดให้ติดโดยใช้ด้านแบนติดกับพื้นผิวในของท่อ โดยให้ติดคลอรีนเม็ดที่สวนบนของท่อ ในทุก ๆ ความยาวของท่อที่กำหนด ในกรณีที่ติดคลอรีนเม็ดแบบนี้ก่อนการวางท่อ ให้ทำตำหนิภายนอกของท่อเพื่อให้รู้ตำแหน่ง เมื่อวางท่อแล้วคลอรีนเม็ดแบบนี้จะได้ติดอยู่สวนบน

**4.4.2.3 การใส่น้ำแช่และระยะสัมผัส**

เมื่อติดตั้ง/ก่อสร้างวางท่อแล้วเสร็จ ให้เติมน้ำลงไปในห้องในอัตราความเร็วน้ำผ่านท่อไม่เกิน 1 ฟุต/วินาที (0.3 เมตร/วินาที) และจะต้องไล่อากาศออกให้หมด แช่น้ำทิ้งไว้อย่างน้อย 24 ชั่วโมง ในกรณีที่พบว่าอุณหภูมิของน้ำในห้องน้อยกว่า 41 °F (5 °C) ให้แช่น้ำไว้ในห้องอย่างน้อย 48 ชั่วโมง ในการต่อท่อเพื่อเติมน้ำลงในห้องนี้ ใช้การเชื่อมต่อชั่วคราวโดยมีอุปกรณ์/ประตูล้อ อันป้องกันการไหลย้อนกลับของน้ำเข้าสู่ระบบสูบน้ำ (ตามภาพที่ 1) ภายหลังจากแช่น้ำ ปริมาณคลอรีนตกค้างคงเหลือต้องตรวจสอบพบทุก ๆ จุดของการตรวจเมื่อครบ 24 ชั่วโมง จดบันทึกผล จัดทำรายงาน

**4.4.3 วิธีการเติมอย่างต่อเนื่อง**

วิธีการเติมอย่างต่อเนื่อง ประกอบด้วย การใส่ผงปูนคลอรีน (Calcium hypochlorite) ลงในห้องประปาในระหว่างการก่อสร้าง จากนั้นจึงเติมน้ำและไล่อากาศในห้องประปา จากนั้นจึงล้างระบายน้ำในห้องประปาทั้ง เพื่อชะล้างเศษชิ้นส่วนต่าง ๆ ให้หมดไป จากนั้นจึงเติมห้องประปาด้วยน้ำประปาที่มีคลอรีนในปริมาณที่เหมาะสม ทั้งนี้ เพื่อให้มีปริมาณคลอรีนคงเหลือไม่น้อยกว่า 10 mg/l ภายหลังจากที่แช่น้ำคลอรีนทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง

รูปที่ 1 ภาพแสดงการต่อท่อแบบชั่วคราว เพื่อใช้ในการล้างระบาย หรือการทดสอบต่าง ๆ

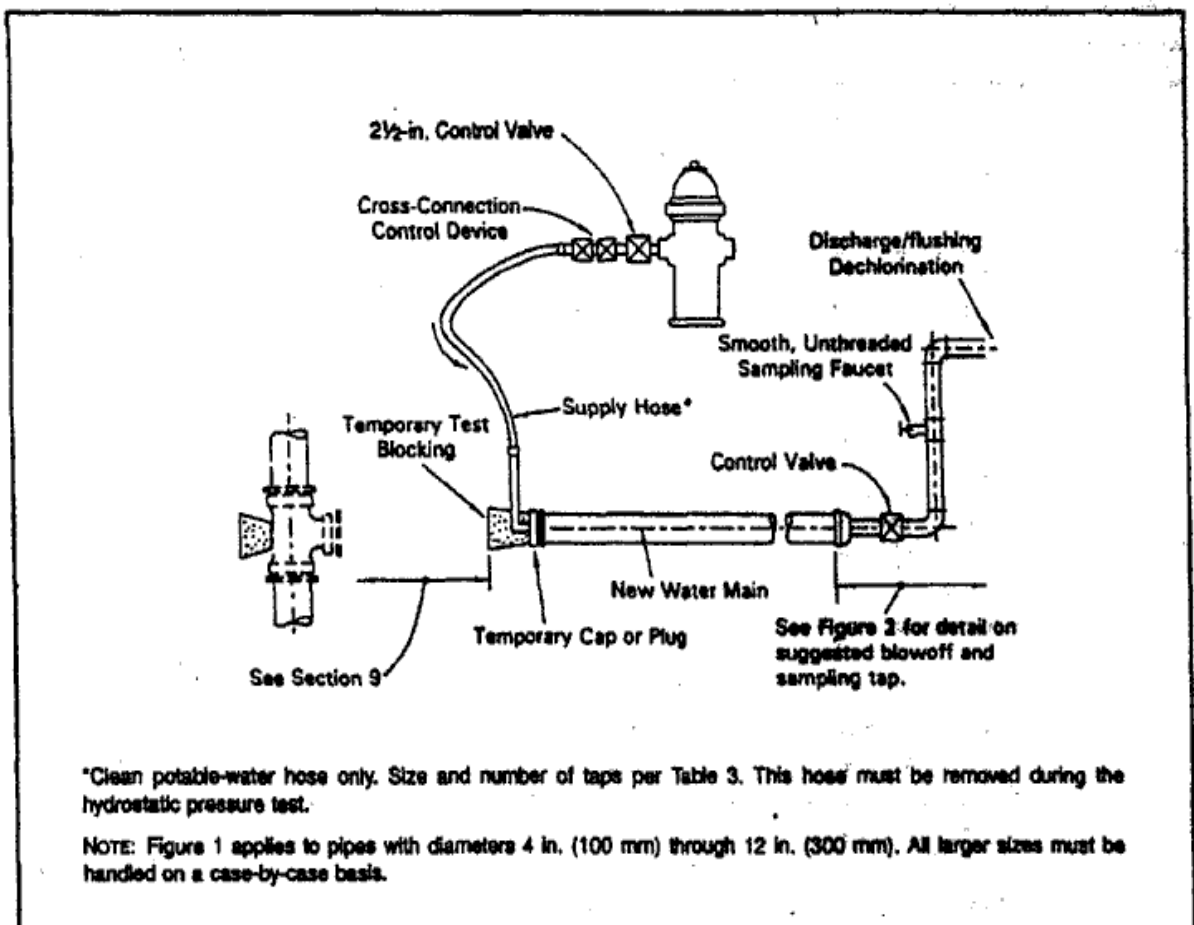


Figure 1 Suggested temporary flushing/testing connection

#### 4.4.3.1 การใส่ผงปูนคลอรีน (Calcium hypochlorite)

โดยให้ใส่ลงในท่อตามที่ระบุไว้ในบทที่ 4.4.2.1 เป้าหมายของการดำเนินการนี้ คือ ต้องการรักษาระดับความเข้มข้นของคลอรีนที่สูงในการล้างระบายครั้งแรกในท่อประปา ในการดำเนินการตามวิธีการนี้ต้องทำให้น้ำคลอรีนไหลแทรกไปทุก ๆ อนุ หรือช่องว่างตามข้อต่อต่าง ๆ

#### 4.4.3.2 การล้างระบายเบื้องต้น

ก่อนการฆ่าเชื้อด้วยคลอรีนในท่อประปา ให้ล้างระบายด้วยน้ำ เพื่อชะล้างเศษวัสดุต่าง ๆ โดยมีอัตราไหลของน้ำไม่น้อยกว่า 2.5 ฟุต/วินาที (0.76 เมตร/วินาที)

ตารางที่ 3 แสดงอัตราไหลเพื่อให้ได้ความเร็วน้ำล้างระบาย 2.5 ฟุต/วินาที (0.76 เมตร/วินาที) ตามขนาดท่อ

**Table 3 Required flow and openings to flush pipelines (40 psi [276 kPa] residual pressure in water main)**

Pipe Diameter		Flow Required to Produce 2.5 ft/s (approx.) Velocity in Main		Size of Tap, in. (mm)			Number of 2 1/2-in. (64-mm) Hydrant Outlets
				1 (25)	1 1/2 (38)	2 (51 mm)	
in.	(mm)	gpm	(L/s)	Number of Taps on Pipe†			
4	(100)	100	(6.3)	1	—	—	1
6	(150)	200	(12.6)	—	1	—	1
8	(200)	400	(25.2)	—	2	1	1
10	(250)	600	(37.9)	—	3	2	1
12	(300)	900	(56.8)	—	—	2	2
16	(400)	1,600	(100.9)	—	—	4	2

\*With a 40-psi (276-kPa) pressure in the main with the hydrant flowing to atmosphere, a 2 1/2-in. (64-mm) hydrant outlet will discharge approximately 1,000 gpm (63.1 L/s); and a 4 1/2-in. (114-mm) hydrant outlet will discharge approximately 2,500 gpm (160 L/s).

†Number of taps on pipe based on discharge through 5 ft (1.5 m) of galvanized iron (GI) pipe with one 90° elbow.

ให้แจ้งว่าการล้างระบายนี้ไม่ได้เป็นวิธีการที่ใช้ทดแทนมาตรการต่าง ๆ ที่ต้องปฏิบัติในระหว่างการก่อสร้างแต่อย่างใด การปนเปื้อนมาก ๆ เช่น การสะสมของโคลน/ดิน จนเป็นแผ่น เป็นก้อน ไม่สามารถชะล้างออกได้โดยวิธีการล้างระบาย

#### 4.4.3.3 ขั้นตอนต่าง ๆ ในการฆ่าเชื้อในท่อประปา

1. การต่อน้ำแบบชั่วคราว/การต่อท่อแบบป้องกันการไหลย้อนกลับเข้าระบบสูบน้ำ วัตถุประสงค์ของน้ำเข้าสู่ท่อประปาในกรณีที่ไม่ไม่มีเตอร์วัด อาจใช้การประมาณค่า โดยการใช้ Pilot gauge วัดตรงทางออก หรือการวัด/จับเวลา การเติมน้ำลงในภาชนะที่ทราบปริมาณชัดเจนหรือการวัดเส้นโค้งของกระแสน้ำที่ Discharge โดยใช้สูตรตามรูปที่ 2

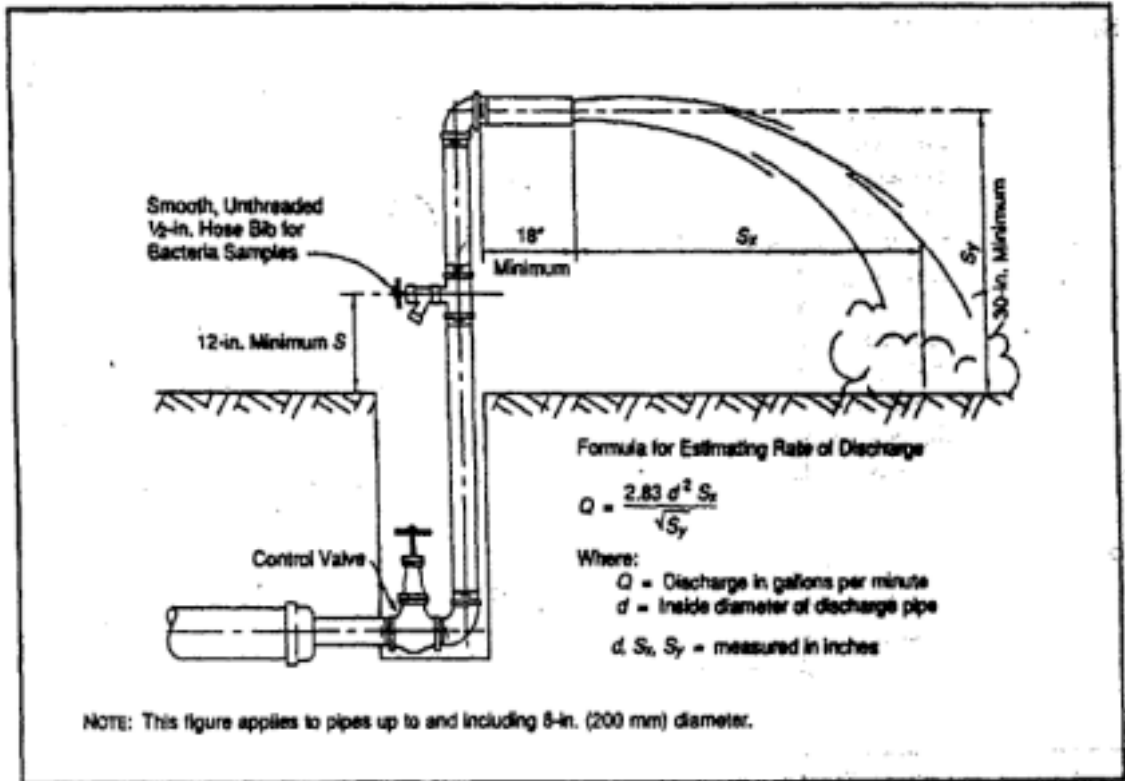


Figure 2 Suggested combination blowoff and sampling tap

2. ณ จุดที่ไม่เกิน 40 ฟุต (3 เมตร) ได้กระแสน้ำนับจากจุดเริ่มปล่อยน้ำเข้าท่อประจําาน น้ำที่ผ่านจุดดังกล่าวต้องมีการเติมคลอรีนในปริมาณที่คงที่ โดยที่กำหนดให้น้ำคลอรีนมีคลอรีนอิสระ ความเข้มข้นไม่น้อยกว่า 25 มก/ล เพื่อให้ความเข้มข้นที่มีในท่อประจําานสม่ำเสมอ จึงต้องทำการวัดปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือทุกช่วงของท่อ ตามระยะที่กำหนดไว้ใน Standard Methods หรือใน AWWA Manual M12 หรือ เครื่องวัดคลอรีน (ดูภาคผนวก A)

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณ Cl<sub>2</sub> ที่ต้องใช้ทุก 100 ฟุต (30.5 ม.) ในท่อประจําานขนาดต่าง ๆ สารละลายคลอรีน 1 % อาจเตรียมได้ โดยใช้ Sodium hypochlorite หรือ Calcium hypochlorite ตัวหลังใช้หนัก 1 ปอนด์ (4.54 gram) ต่อน้ำ 8 แกลลอน (30.3 ลิตร)

Table 4 Chlorine required to produce 25-mg/L concentration in 100 ft (30.5 m) of pipe by diameter

Pipe Diameter		100% Chlorine		1% Chlorine Solution	
in.	(mm)	lb	(g)	gal	(L)
4	(100)	.013	(5.9)	.16	(0.6)
6	(150)	.030	(13.6)	.36	(1.4)
8	(200)	.054	(24.5)	.65	(2.5)
10	(250)	.085	(38.6)	1.02	(3.9)
12	(300)	.120	(54.4)	1.44	(5.4)
16	(400)	.217	(98.4)	2.60	(9.8)

3. ข้อกำหนดเพิ่มเติม (หากผู้จ้างระบุ) น้ำใช้เติมเข้าท่อประปาใหม่ ในระหว่างการเติมคลอรีนอาจต้องผ่านท่อชั่วคราว การเชื่อมต่อแบบชั่วคราวนี้ต้องมีการจัดการอย่างเหมาะสม มีข้อต่อ/ประตูน้ำเพื่อการควบคุมและมีความแข็งแรง มั่นคง ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้เกิดการไหลย้อนกลับเข้าสู่ระบบสูบน้ำที่กำลังใช้งานอยู่ในปัจจุบัน (ดูรูปที่ 1) การเติมคลอรีนต้องดำเนินการอยู่ตลอดเวลาจนกระทั่งน้ำเติมท่อ ให้เข้าท่อประปาด้วยน้ำคลอรีนเข้มข้นเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง ในระหว่างนี้ให้ปิดเปิดประตูน้ำก๊อกน้ำต่าง ๆ ด้วย เพื่อให้อุปกรณ์เหล่านั้นได้รับการฆ่าเชื้อทุกชิ้นส่วนอุปกรณ์ ระดับคลอรีนอิสระคงเหลือภายหลัง 24 ชั่วโมง ต้องไม่น้อยกว่า 10 mg/l

#### 4. การเติม/ใส่ โดยตรงจากเครื่องจ่ายคลอรีน

เป็นการดำเนินการเติมคลอรีน จากหลอดคลอรีนก๊าซ ห้ามใช้การเติมจากคลอรีนเหลว อันตรายมากในการเติมโดยตรง ทั้งนี้ เนื่องจากแรงดันน้ำในท่อประปาอาจมากกว่าแรงดันของก๊าซในท่อคลอรีนก็ได้ ซึ่งอาจทำให้เกิดการไหลย้อนของน้ำกลับเข้าไปในหลอดคลอรีนได้ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการกัดกร่อนหลอดคลอรีนอย่างรุนแรงและอาจทำให้คลอรีนรั่วได้ อุปกรณ์ที่ใช้กับการจ่ายคลอรีนเหลวนี้ คือ เครื่องจ่ายคลอรีนแบบสูญญากาศ และบูสเตอร์ปั๊ม โดยที่เครื่องจ่ายคลอรีนจะผสมก๊าซคลอรีนให้เป็นน้ำคลอรีน โดยที่ บูสเตอร์ปั๊ม จะทำหน้าที่ในการสูบน้ำ น้ำคลอรีนเข้าไปในท่อประปาเพื่อฆ่าเชื้อโรค การเติมสารละลายประเภท hypochlorite ลงในท่อประปา โดยใช้เครื่องจ่ายสารเคมี สูบน้ำ hypochlorite ตามความต้องการก็ได้ ท่อจ่ายสารเคมีนี้ต้องเป็นท่อที่สามารถป้องกันการกัดกร่อนจากน้ำคลอรีนเข้มข้นและสามารถรับแรงดันสูงจากปั๊มได้ ข้อต่อรอยต่อทุกชิ้นต้องตรวจสอบให้มั่นใจก่อนนำมาใช้งานจ่ายต่อเข้าท่อประปา

**4.4.4 วิธีก้อนมวลน้ำ (Slug Method)** วิธีการนี้ประกอบด้วยการใช้ผงปูนคลอรีนในท่อประปาในระหว่างการก่อสร้าง เติมน้ำเติมท่อประปา ใส่ช่องอากาศออกให้หมด ล้างระบายท่อประปาเพื่อชะล้างเศษสิ่งสกปรกต่าง ๆ จากนั้น ค่อย ๆ ปล่อยให้ก้อนมวลน้ำคลอรีนเข้มข้นที่ 100 mg/l ไหลผ่านท่อประปาอย่างช้า ๆ อัตราการไหลของน้ำให้ช้าจนแน่ใจได้ว่าทุกส่วนของท่อประปาได้สัมผัสกับคลอรีนเข้มข้นสูงเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง

- 4.4.4.1 การใส่ผงปูนคลอรีน เหมือนบทที่ 4.4.3.1
- 4.4.4.2 การล้างระบายเบื้องต้น เหมือนบทที่ 4.4.3.2
- 4.4.4.3 การกระจายคลอรีนในท่อประปา

##### 1) เหมือนบทที่ 4.4.3.3(1)

2) ที่จุดไม่เกิน 10 ฟุต (3 เมตร) ตั้งแต่จุดเริ่มต้นของท่อประปาใหม่ น้ำที่เติมเข้าท่อประปาต้องมีความเข้มข้นของคลอรีนในอัตราค่าที่ ที่มีค่าความเข้มข้นของ free  $Cl_2$  ไม่น้อยกว่า 100 mg/l เพื่อรักษาระดับความเข้มข้นดังกล่าวนี้ จึงต้องตรวจวัดค่าความเข้มข้นของ  $Cl_2$  ทุกช่วงระยะของท่อ และการเติมน้ำคลอรีนเข้มข้นนี้ต้องทำการเติมอย่างต่อเนื่องและมีเวลาเพียงพอในการทำก้อนมวลน้ำ (Solid Colume หรือ Slug) ซึ่งจะเคลื่อนไปตลอดทั่วทั้งท่อ ให้พื้นผิวภายในท่อได้สัมผัสกับน้ำคลอรีนเข้มข้น ที่ระดับประมาณ 100 mg/l เป็นเวลาอย่างน้อย 3 ชั่วโมง

3) การวัดปริมาณคลอรีนอิสระคงเหลือ ให้วัดในก้อนมวลน้ำที่เคลื่อนไปท่อประปา และเมื่อไรที่พบค่าความเข้มข้นลดลงต่ำกว่า 50 mg/l ต้องหยุดดำเนินการ แล้วให้ติดตั้งอุปกรณ์จ่ายคลอรีนเพิ่มในก้อนมวลน้ำ เมื่อปริมาณคลอรีนเพิ่มขึ้นจนอยู่ในระดับคลอรีนอิสระคงเหลือภายในก้อนมวลน้ำไม่ต่ำกว่า 100 มก/ล จึงจะปล่อยให้ก้อนมวลน้ำไหลใหม่

4) ในขณะที่น้ำคลอรีนเข้มข้น ไหลผ่านข้อต่อต่าง ๆ ประตูน้ำหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีการปิด/เปิด เพื่อให้อุปกรณ์และท่อแยก ได้สัมผัสคลอรีนเข้มข้น เพื่อฆ่าเชื้อ



## บทที่ 4.5 การล้างระบายสุดท้าย

4.5.1 ระบายน้ำคลอรีนเข้มข้นออกจากท่อประปา หลังจากที่ถูกเก็บไว้ตามระยะเวลาเพื่อฆ่าเชื้อแล้ว น้ำคลอรีนเข้มข้นต้องไม่เก็บกักไว้ในท่อประปาเกินระยะเวลาที่กำหนดไว้ เพื่อมิให้น้ำคลอรีนดังกล่าวทำให้สารเคลือบภายในท่อเสียหายหรือกัดกร่อนภายในท่อประปา ให้ระบายน้ำคลอรีนเข้มข้นดังกล่าวจนกระทั่งระดับคลอรีนตกค้างมีปริมาณไม่สูงกว่า ปริมาณปกติในน้ำประปา

4.5.2 การทิ้งน้ำคลอรีนเข้มข้น น้ำคลอรีนเข้มข้นตรวจสอบสิ่งแวดล้อมที่จะทิ้งว่าจะเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมหรือไม่ ถ้าเห็นว่าจะ เป็นพิษต่อภาวะแวดล้อม ให้ใช้สารเคมีเติมลงไปให้น้ำคลอรีน เพื่อสร้างสมดุลย์เคมีให้คลอรีนหมดไปก่อนปล่อยระบายทิ้ง (ดูรายละเอียดใน ภาคผนวก B) หากจำเป็นควรหรือเจ้าหน้าที่ควบคุมของทางการ เพื่อกำหนดวิธีการในการบำบัดน้ำคลอรีนเข้มข้นนี้

## บทที่ 4.6 การบรรจุท่อ (บทเสริม)

เป็นมาตรการเพิ่มเติมที่ผู้ว่าจ้างสามารถกำหนดขึ้นได้ในการวางท่อประปาและอุปกรณ์ให้สมบูรณ์ โดยปกติท่อประปา อุปกรณ์ประตุน้ำ ต้องได้รับการติดตั้งล้างระบายฆ่าเชื้อและตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างทางแบคทีเรีย ก่อนทำการบรรจุเข้าสู่ระบบสูบจ่าย ในการบรรจุท่อซึ่งเป็นการทำงานในขั้นตอนสุดท้ายต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ โดยเฉพาะทางด้านการสุขาภิบาล ต้องระมัดระวังให้มีการปนเปื้อนในน้ำประปาภายในท่อวางใหม่หรือท่อเดิมจากวัสดุแปลกปลอม น้ำเสีย หรือน้ำบาดาล

4.6.1 การบรรจุด้วยท่อยาวไม่เกินความยาวท่อ 1 ท่อ หรือ น้อยกว่า ( $\leq 18$  ฟุต (5.5 เมตร)) เป็นมาตรการเพิ่มเติมในการวางท่อประปา(หากระบุไว้ในสัญญา) ท่อประปา/ข้อต่อต่าง ๆ /ประตุน้ำที่ต้องใช้ในการประกอบ/ติดตั้งให้ฉีดยาหรือทำให้เปียกด้วยน้ำยา  $Cl_2$  เข้มข้นอย่างน้อย 1-5 % ก่อนการได้ หากท่อที่ใช้วางบรรจุระหว่างระบบเส้นท่อเดิมและระบบเส้นท่อใหม่ยาว 18 ฟุต (5.5 เมตร) หรืออย่างน้อยกว่าแล้วแต่ผู้ว่าจ้างจะระบุไว้ในรายละเอียดตามสัญญาหรือไม่

4.6.2 ในกรณีที่ท่อที่ใช้วางบรรจุมีความยาวมากกว่าท่อ 1 เส้น ( $> 18$  ฟุต หรือ  $> 5.5$  เมตร) (หากระบุในสัญญา)ให้วางท่อบรรจุบนพื้นดินฆ่าเชื้อและตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างทางแบคทีเรีย ตามที่ได้อธิบายไว้ในบทที่ 5 ภายหลังจากที่ได้รับการตรวจสอบการฆ่าเชื้อจนเป็นที่พอใจแล้ว ท่อจึงสามารถนำมาใช้ในการบรรจุเข้าระบบได้ ในระหว่างระยะเวลาหลังจากการฆ่าเชื้อแล้วรอการบรรจุเข้าระบบ หัว/ท้ายท่อ ให้หุ้มปิดด้วยพลาสติก หรือ จุก หรือ ครอบกันน้ำ

## บทที่ 4.7 ขั้นตอนการฆ่าเชื้อในการซ่อมหรือตัดต่อท่อประปาเดิม

ขั้นตอนต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับท่อประปาที่กำลังใช้งานอยู่ในระบบสูบส่ง ที่ต้องปิดการจ่ายน้ำทั้งหมดหรือบางส่วน หลังจากดำเนินการตามขั้นตอนต่าง ๆ โดยถูกวิธีเสร็จแล้วก็สามารถอนุโลมให้ใช้สูบจ่ายตามปกติได้ทันทีเพื่อให้สามารถสูบจ่ายน้ำให้ประชากรโดยเร็ว (ก่อนการทดสอบทางแบคทีเรีย) ในกรณีที่ท่อแตกรั่ว ที่ต้องซ่อมโดยการใช้อุปกรณ์รัดท่อ ในขณะที่ท่อประปายังคงมีแรงดันและสูบจ่ายน้ำปกติ กรณีเช่นนี้จะก่อให้เกิดการปนเปื้อนต่อระบบสูบจ่ายได้น้อยและอาจจะไม่จำเป็นต้องฆ่าเชื้อ

4.7.1 การรักษาร่องคู เมื่อมีรอยเปิดของท่อประปาแล้ว (ไม่ว่าโดยอุบัติเหตุหรือตั้งใจ) การเจาะ/ตัดท่อจะเปียกและจะได้รับการปนเปื้อนจากน้ำเสียใกล้เคียง การเติมสารคลอรีนในบริเวณรอยเปิดท่อจะช่วยลดระดับการปนเปื้อนให้น้อยลง ในกรณีนี้การใช้เม็ดคลอรีนจะมีข้อดี เนื่องจากมีคุณสมบัติละลายช้าและมีการปลดปล่อยคลอรีนออกมาอย่างต่อเนื่อง

### 4.7.2 การทำให้เปียกด้วยน้ำยาคลอรีน

พื้นผิวภายในท่อและข้อต่อต่าง ๆ ที่ใช้ในการซ่อมแซมให้เช็ดทำความสะอาด หรือ ฉีดพ่น ด้วยน้ำยาคลอรีน 1 % ก่อนนำมาใช้งาน

#### 4.7.3 การล้างระบาย

การล้างระบาย เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุด ในการชะล้างสิ่งปนเปื้อนในท่อระหว่างการซ่อมแซม ในกรณีที่มีประตุน้ำหรือหัวดับเพลิงในบริเวณดังกล่าว ให้ล้างระบายทั้งสองด้านของจุดซ่อม ทันทีก่อนที่ซ่อมเสร็จและให้ดำเนินการจนกว่าน้ำใสสะอาด ไม่มีสีและตะกอน

#### 4.7.4 การทำก้อนมวลน้ำคลอรีน (Slug Chlorination)

ในกรณีที่เป็นไปได้ นอกเหนือจากวิธีดังกล่าวมาแล้วข้างต้นอาจจะมีกรทำเพิ่มเติมขึ้นได้ โดยที่แยกท่อประปาที่แตก/ระเบิด ออกจากระบบสูบน้ำและปิดท่อบริการทั้งหมด ให้ทำการล้างระบายท่อส่วนนี้ และฆ่าเชื้อตามที่อธิบายไว้ในบท 4.4.4 ความเข้มข้นของคลอรีนอาจเพิ่มขึ้นเป็น 300 mg/l และลดเวลาสัมผัสเหลือเพียง 15 นาที หลังจากการฆ่าเชื้อล้างระบายน้ำคลอรีนเข้มข้นทิ้งจนน้ำใสและความเข้มข้นของคลอรีนคงเหลือมีไม่สูงกว่าระดับปกติที่มีในน้ำประปาที่จ่ายตามบ้าน

#### 4.7.5 การเก็บตัวอย่างทางแบคทีเรีย

ให้เก็บตัวอย่างน้ำภายหลังจากที่ท่อดังกล่าวซ่อมแซมและล้างระบายเสร็จ เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพการดำเนินการซ่อมถ้าไม่ทราบทิศทางการไหลของน้ำ ให้เก็บตัวอย่างน้ำทุกทิศทาง และในกรณีที่ตรวจสอบแล้วผลการทดสอบพบแบคทีเรีย ในกรณีที่ผู้ว่าจ้างต้องประเมินวิธีการแก้ไขปรับปรุง ให้เก็บตัวอย่างนี้ต่อไปทุกวัน จนกว่าจะตรวจไม่พบ Bacteria จำนวน 2 ตัวอย่าง ติดต่อกัน

### บทที่ 4.8 ขั้นตอนพิเศษในการรัดปลอกท่อ

การรัดปลอกท่อ ใช้ในกรณีที่ต้องการหลีกเลี่ยงการหยุดสูบน้ำ ขั้นตอนแรกต้องทำความสะอาดพื้นผิวภายนอกท่อประปา และลูบพื้นผิวด้านในปลอกรัดท่อด้วยผงปูนคลอรีน ช่องว่างระหว่างท่อและปลอกรัด ประมาณ 1/2 นิ้ว (13 mm) ดังนั้นผงปูนคลอรีนแม้จะเล็กน้อยเพียง 100 มก/ตารางฟุตก็จะได้คลอรีนเข้มข้นกว่า 50 มก/ล

### บทที่ 5 การทวนสอบ

#### บทที่ 5.1 การทดสอบทางแบคทีเรีย Microbiological ต้องตรวจสอบสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กทุกชนิด : สาหร่าย ไวรัส แพลงตอนสัตว์ ฯลฯ

##### 5.1.1 เงื่อนไขมาตรฐาน

หลังการฆ่าเชื้อและล้างระบายครั้งสุดท้ายในท่อประปาแล้ว ก่อนบรรจบเข้าในระบบสูบน้ำต้องมีการตรวจสอบจนได้ตัวอย่างน้ำที่ได้คุณภาพจำนวนไม่น้อยกว่า 2 ตัวอย่างติดต่อกัน (เก็บตัวอย่างน้ำห่างกันไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง) (หมายเหตุ ท่อ น้ำที่ใส่ลงในท่อ เศษวัสดุใด ๆ ล้วนเพิ่มความต้องการคลอรีนและรบกวนความสามารถในการฆ่าเชื้อ) ให้มีการเก็บตัวอย่างน้ำอย่างน้อย 1 ตัวอย่าง ทุกความยาว 1,200 ft (366 เมตร) ในท่อประปาใหม่ บวกด้วย 1 ตัวอย่างจากสาขาท่อและอีก 1 ตัวอย่าง จากปลายท่อ ทุกตัวอย่างให้ตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมี/กายภาพและแบคทีเรียตาม Standard Methods และต้องตรวจไม่พบเชื้อโคลิฟอร์มและต้องพบคลอรีนคงเหลือ ต้องตรวจวัดความขุ่น/ pH และจำนวนแบคทีเรียต่อหน้า 1 มล.(plate count) หรือการทดสอบตามที่ผู้ว่าจ้างกำหนด ทั้งนี้เพราะโดยทั่วไป วัสดุใหม่ไม่มีเชื้อโคลิฟอร์มแต่จะมีแบคทีเรียอื่น (Plate Count)

##### 5.1.2 เงื่อนไขพิเศษ

ในกรณีที่น้ำในร่องคู ปนเปื้อนเข้าไปในท่อประปาในระหว่างการก่อสร้าง หรือ ผู้ว่าจ้างเห็นว่าสิ่งสกปรกปนเปื้อนในท่อวางใหม่มาก ให้เก็บตัวอย่างน้ำทุก ๆ 200 ฟุต (61 เมตร) และตามจุดที่ระบุ และเป็นน้ำที่แช่ในท่อประปาใหม่ไม่น้อยกว่า 16 ชั่วโมง หลังจากการล้างระบายครั้งสุดท้ายเสร็จเรียบร้อยแล้ว

### 5.1.3 วิธีการเก็บตัวอย่าง

ตัวอย่างในการวิเคราะห์ทางแบคทีเรียให้เก็บใส่ขวดฆ่าเชื้อโซเดียมไฮโปคลอไรต์ตามกำหนดใน Standard Method ห้ามเก็บตัวอย่างผ่านสายยางหรือหัวดับเพลิง

**หมายเหตุ** ในกรณีของการซ่อมท่อประปาและไม่สามารถหาจุดเก็บตัวอย่างน้ำได้ อาจจะยอมรับให้เก็บตัวอย่างน้ำจากหัวดับเพลิงที่มีการล้างระบายอย่างดีภายใต้ความเข้าใจตรงกันว่าไม่ได้เป็นตัวแทนหรือตัวอย่างน้ำที่เหมาะสมที่สุด แนะนำให้ใช้ทั้งสองวิธีในการเก็บน้ำ คือ จากน้ำ จากการระบายล้างทิ้ง กับตัวอย่างที่ก๊อกลงเก็บตัวอย่างน้ำ ในกรณีที่ท่อประปาขนาดกว่า 8 นิ้ว (200 มม.) ตามภาพที่ 2 น้ำในร่องคูต้องไม่ท่วมก๊อกลงเก็บตัวอย่างน้ำ ท่อเก็บตัวอย่างน้ำต้องสะอาด ได้รับการฆ่าเชื้อและล้างระบายน้ำก่อนเก็บตัวอย่าง ก๊อกลงอาจต่อเข้ากับท่อประปาด้วยท่อทองแดง หลังจากการเก็บตัวอย่าง ท่อทองแดงอาจถอดเก็บ อาจจะถอดถอนสำหรับการใช้ในอนาคต

### 5.1.4 การบันทึกผล

การบันทึกผลที่ได้จากการตรวจสอบทางจุลชีวะของตัวอย่างน้ำของท่อประปาใหม่ ระบุว่าน้ำในท่อวางใหม่ไม่พบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย มีคุณภาพทางแบคทีเรียเทียบเท่าหรือดีกว่าน้ำประปาในระบบท่อเดิม

## บทที่ 5.2 การฆ่าเชื้อซ้ำ

ถ้าการฆ่าเชื้อครั้งแรกไม่ได้ผล ทางแบคทีเรียจนเป็นที่ยอมรับได้ อาจจะทำการล้างระบายท่อประปาใหม่ อีกครั้งหนึ่งแล้วเก็บตัวอย่างซ้ำ และหากตรวจสอบตัวอย่างน้ำครั้งใหม่ไม่ผ่านท่อประปาใหม่จะต้องทำการฆ่าเชื้อซ้ำ โดยใช้วิธีจ่ายคลอรีนต่อเนื่องหรือวิธีก้อนมวลน้ำ (Slug)

**หมายเหตุ** ความเร็วของน้ำในระบบสูบจ่ายสามารถส่งผลให้การล้างระบายท่อประปาใหม่ กวนตะกอนเดิมในระบบสูบส่งน้ำได้ ดังนั้นจึงขอแนะนำให้ทำการตรวจสอบน้ำที่ใช้ในการล้างระบาย เพื่อพิสูจน์ต้นกำเนิดของความขุ่นน้ำ

## บทที่ 6 การส่งมอบ

ไม่ได้กำหนดไว้

### ภาคผนวก A การทดสอบ $Cl_2$ ตกค้าง

ภาคผนวกส่วนนี้เป็นเพียงข้อมูลเท่านั้น มิได้ถือเป็นส่วนหนึ่งของ AWWA C651

### บทที่ A1 วิธีหยด DPD (สำหรับภาคสนาม)

สารละลาย DPD สำหรับหยด เพื่อหาค่าประมาณของคลอรีนคงเหลือเหมาะสำหรับการวัดความเข้มข้น  $Cl_2$  ที่มีความเข้มข้นมากกว่า 10 mg/l เป็นวิธีใช้ในการฆ่าเชื้อในท่อประปาหรือถังเก็บน้ำ

### บทที่ A 1.1 เครื่องมือ

1. Cylinder ที่มีขีดวัดระดับสำหรับตวง/วัด น้ำกลั่น
2. Pipette ชนิด อัตโนมิติหรือที่ปลอดภัย
3. Pipette ชนิดหยด 2 อัน สามารถหยดน้ำ 20 หยด = 1 ml โดยที่ อันแรกใช้กับตัวอย่างน้ำ อีกอันหนึ่งใช้กับ DPD และ Buffer ห้ามใช้สลับกัน
4. งานเทียบสี โดยมีช่วงวัดผลที่เหมาะสม

### บทที่ A 1.2 สารเคมี

สารละลายอินดิเคเตอร์ DPD จัดเตรียมตาม Standard Methods (พิมพ์ครั้งที่ 20) บทที่ 4500-U หน้า F.2b)

### บทที่ A 1.3 วิธีทำ

1. เติมสารละลาย DPD 10 หยด ตามด้วย Buffer 10 หยด (รวม 20 หยด) ลงใน หลอดเปรียบเทียบ เติมน้ำกลั่นจนมีระดับ = 10 ml
2. ใช้ Pipette หยดตัวอย่างน้ำครั้งละ 1 หยด ผสมจนเกิดสีแดงและตรงกับช่วงความเข้มข้นของงานเทียบสีมาตรฐาน
3. บันทึกจำนวนหยดและค่าคลอรีนตกค้างที่อ่านได้
4. คำนวณค่า free  $Cl_2$  ตกค้าง หน่วย mg/l โดยใช้สูตร

$$\text{มก/ล คลอรีน} = \frac{\text{ค่าที่อ่านได้} \times 200}{\text{จำนวนหยดตัวอย่างน้ำ}}$$

### บทที่ A2 ชุดเครื่องมือทดสอบ $Cl_2$ ความเข้มข้นสูง

มีผู้ผลิตหลายรายผลดีอุปกรณ์ ซึ่งมีราคาไม่แพง ใช้งานง่าย และมีความแม่นยำในระดับที่น่าพอใจ

**ภาคผนวก B**

**Table B.1** Amounts of chemicals required to produce various chlorine concentrations in 100,000 gal (378.5 m<sup>3</sup>) of water

Desired Chlorine Concentration in Water	Sodium Hypochlorite Required								Calcium Hypochlorite Required	
	Liquid Chlorine Required		5% Available Chlorine		10% Available Chlorine		15% Available Chlorine		65% Available Chlorine	
	mg/L	lb (kg)	gal (L)	gal (L)	gal (L)	gal (L)	gal (L)	gal (L)	lb (kg)	lb (kg)
2	1.7	(.77)	3.9	(14.7)	2.0	(7.6)	1.3	(4.9)	2.6	(1.18)
10	8.3	(3.76)	19.4	(73.4)	9.9	(37.5)	6.7	(25.4)	12.8	(5.81)
50	42.0	(19.05)	97.0	(367.2)	49.6	(187.8)	33.4	(126.4)	64.0	(29.03)

\*Amounts of sodium hypochlorite are based on concentrations of available chlorine by volume. For either sodium hypochlorite or calcium hypochlorite, extended or improper storage of chemicals may have caused a loss of available chlorine.

**Table B.2** Amounts of chemicals required to produce chlorine concentration of 200 mg/L in various volumes of water

Volume of Water		Sodium Hypochlorite Required								Calcium Hypochlorite Required	
		Liquid Chlorine Required		5% Available Chlorine		10% Available Chlorine		15% Available Chlorine		65% Available Chlorine	
gal	(L)	lb	(g)	gal	(L)	gal	(L)	gal	(L)	lb	(g)
10	(37.9)	0.02	(9.1)	0.04	(.15)	0.02	(.08)	0.02	(.08)	0.03	(13.6)
50	(189.3)	0.1	(45.4)	0.2	(.76)	0.1	(.38)	0.07	(.26)	0.15	(68.0)
100	(378.5)	0.2	(90.7)	0.4	(1.51)	0.2	(.76)	0.15	(.57)	0.3	(136.1)
200	(757.1)	0.4	(181.4)	0.8	(3.03)	0.4	(1.51)	0.3	(1.14)	0.6	(272.2)

\*Amounts of sodium hypochlorite are based on concentrations of available chlorine by volume. For either sodium hypochlorite or calcium hypochlorite, extended or improper storage of chemicals may have caused a loss of available chlorine.