



5 โครงการพระราชดำริด้านชลประทาน ที่คนไทยควรรู้จัก

# Engineering Today

วารสารเพื่อความก้าวหน้าในวงการวิศวกรรมและอุตสาหกรรม

THAILAND ENERGY AWARDS



2009, 2007, 2005



ASIAN GREEN TJ AWARDS 2011

- Bangkok Uniform Grid
- อีซูซุกุม 6,500 ล้านบาท เปิดโรงงานแห่งใหม่ที่เทเวศย์
- "รีไฟน์ ควอลิตี้ สลฟวิ่ง" เทรนด์สร้างคอนโดมิเนียมระดับลึกลับ
- แนะนำหนังสือ "CABLE-STAYED BRIDGES" โดย ศ. ดร.เอกสิทธิ์ สิมสุวรรณ



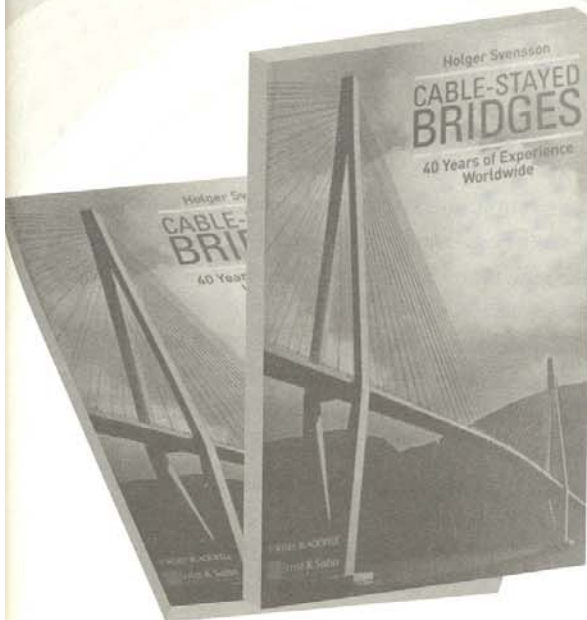
ENGINEERINGTODAY  
www.engineeringtoday.net





# CABLE-STAYED BRIDGES

## 40 Years of Experience Worldwide



### CABLE-STAYED BRIDGES 40 Years of Experience Worldwide

Holger Svensson, Ernst&Sohn, Berlin, 2012,  
ISBN 978-3-433-02992-3, May 2012/458 pages,  
1265 figures/Hardcover

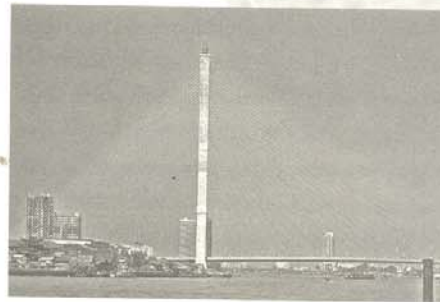


Figure 1.116 Rama 8 Bridge, Bangkok, Thailand

### บทนำ

ในช่วงปีที่ผ่านมางานด้านวิศวกรรมโยธาเจาะลึกถึงวิศวกรรมโครงสร้างจะพบว่าหนังสือที่โดดเด่นอย่างมากในระดับสากลและเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางในเวทีวิศวกรรมโครงสร้างและงานสะพานระหว่างประเทศ (IABSE - International Association for Bridge & Structural Engineering) ผู้เขียนซึ่งเป็นประธานสมาพันธ์แห่งประเทศไทย (THAI Group IABSE) ได้พิจารณาเห็นว่าหนังสือเรื่อง "สะพานซึ่ง-ประสบการณ์ 40 ปีทั่วโลก" [Cable Stayed bridges : 40 years of experience worldwide] เขียนโดย Prof.Holger Svensson ที่ได้รวบรวมประวัติความเป็นมา วิวัฒนาการและการพัฒนาของสะพานซึ่งตั้งแต่ต้นจนถึงปัจจุบันโดยให้รายละเอียดในระบบเคเบิลซึ่ง การคำนวณออกแบบ เทคนิคและขั้นตอนการก่อสร้าง นำเสนอตัวอย่างเกินกว่า 140 โครงการสะพานทั่วโลก รวมถึงสะพานซึ่งในประเทศไทยด้วย อีกทั้งยังมีแนวคิดการพัฒนาสะพานซึ่งในอนาคตอีกด้วย

### เกี่ยวกับผู้แต่ง

Prof.Holger Svensson ท่านเปี่ยมล้นด้วยประสบการณ์ จากพื้นฐานการศึกษาที่เข้มข้น การทำงานที่มุ่งมั่นในสายงานเดี่ยวตลอดของวิศวกรที่ปรึกษา ได้ถ่ายทอดความรู้ความชำนาญต่อสถาบันการศึกษา และได้ประกอบวิชาชีพอิสระในช่วงหลัง ท่านจึงได้เชื่อมโยงประสบการณ์และความชำนาญการพิเศษ เพื่อพัฒนาองค์ความรู้ทางวิศวกรรมสะพานซึ่งได้อย่างสมบูรณ์เชิงบูรณาการ การศึกษาของ Prof.Svensson เริ่มต้นด้วย Dipl.-Ing. จาก Stuttgart University ผสมกับการทำงานต่อเนื่องตลอดช่วง 40 ปีที่ Leonhardt, Andra and Partners บริษัทวิศวกรที่ปรึกษาในประเทศเยอรมนี ที่มีเครือข่ายงานสะพานซึ่งทั่วโลก ทั้งอเมริกาเหนือ ยุโรป และเอเชีย ทำให้ท่านเข้าใจถึงเนื้อหาสาระในมาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพ อย่างเช่น AASHTO และ ACI ในอเมริกาเหนือ BS Code, DIN และ Euro Code ในยุโรป และ

\*คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาตรฐานอื่นๆ ในเอเชีย หลังจากที่ทำผ่านประสบการณ์ในฐานะของวิศวกรที่ปรึกษาอินยวายนแล้วท่านยังเป็นศาสตราจารย์เกี่ยวกับสะพานซึ่งที่ Dresden University ทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้ความชำนาญกลับเข้าสู่วงวิชาการได้อย่างดีเยี่ยม และหลังการเกษียณท่านยังให้บริการวิชาชีพอิสระในหลายโครงการขนาดใหญ่ที่สามารถเกาะติดสถานการณ์ให้ทันกับข้อมูลเทคโนโลยี และวิวัฒนาการในกระแสโลกาภิวัตน์ได้อย่างดียิ่ง

## เกี่ยวกับหนังสือ

บทแรกเป็นรายละเอียดของบทนำ ประวัติความเป็นมา และวิวัฒนาการของสะพานซึ่งผู้แต่งได้เจาะลึกถึงหลักการเบื้องต้นของโครงสร้างสะพานซึ่งและได้รวบรวมประวัติ วิวัฒนาการตามขั้นตอนของการลงมือผลิตลงถูกจนสามารถพัฒนาเทคโนโลยีให้ดียิ่งขึ้นเป็นลำดับ อย่างไรก็ตามระบบการพัฒนาได้ยึดถือแนวคิดของความสวยงามของสะพานควบคู่กับพฤติกรรมทางกลศาสตร์โครงสร้างประกอบการพิจารณาออกแบบร่างหรือออกแบบขั้นต้น ซึ่งการออกแบบเบื้องต้นเช่นนี้ถือเป็นระบบการพัฒนาที่ยึดถือสมรรถภาพทางโครงสร้างให้สอดคล้องความสวยงามของสะพานและความกลมกลืนเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้มีระบบพิเศษที่เชื่อมโยงกับสมรรถภาพการใช้สอยและเทคนิคการก่อสร้างไว้ด้วยเสมอ ในบทนี้ได้ยกตัวอย่างของสะพานพระราม 9 ซึ่งออกแบบโดย Hellmut Homberg ในปี 1987

บทที่ 3 ได้กล่าวถึงระบบเคเบิลซึ่งได้แนะนำระบบลวดเคเบิลแบบ (Locked Coil) ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในยุโรปยุคต้น ต่อมาได้แปรเปลี่ยนเป็นระบบเคเบิลมีตัวรับขนานของเหล็กเส้น ลวดเหล็ก และลวดเคเบิลเป็นต้น ซึ่งได้ขยายวงกว้างขึ้นเป็นที่รู้จักแพร่หลายทุกหนแห่งทั่วโลก อย่างไรก็ตาม เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องได้มีการพัฒนาควบคู่กันทั้งที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติวัสดุ และการทดสอบ ของลวดเคเบิล ระบบเคเบิลซึ่งสมัยนี้ เครื่องดึง และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง จุดเด่นของบทนี้ที่ควรให้ความสนใจคือ คุณสมบัติทางพลศาสตร์และปัญหาความล้าหลังทางโครงสร้างที่จำเป็นจะต้องพิจารณาในกระบวนการออกแบบ การติดตั้ง และสมรรถภาพทางโครงสร้างด้วย เทคนิคและขั้นตอนการประกอบติดตั้งเคเบิลซึ่งได้สรุปถึงการควบคุมคุณภาพ การควบคุมพฤติกรรมทางโครงสร้างและการควบคุมสมรรถนะการใช้สอย ผู้เขียนยังได้เสนอแนะกระบวนการปฏิสัมพันธ์ระหว่างการคำนวณออกแบบ การก่อสร้าง และสมรรถนะเชิงพฤติกรรมทางโครงสร้างที่ต้องพิจารณาร่วมกัน

การออกแบบตามรายละเอียดในบทที่ 4 จะเน้นการออกแบบเบื้องต้นที่มุ่งประเด็นถึงน้ำหนักและแรงที่กระทำในระบบโครงสร้างให้เกิดความสมดุลและมีเสถียรภาพ ที่ต้องกำกับให้สอดคล้องกับมาตรฐานการปฏิบัติวิชาชีพตามเงื่อนไขของโครงการ ซึ่งการศึกษาวิเคราะห์พฤติกรรมเชิงพลศาสตร์ของแรงลมและการสั่นไหวด้วยแรงกระตุ้นหรือระบบการหน่วงทางโครงสร้าง อนึ่งการศึกษาทดสอบในอุโมงค์ลมถือเป็นมาตรการที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการออกแบบที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย บทนี้ยังได้ให้ความสำคัญต่อการออกแบบรองรับการเขี่ยชนและการป้องกันผลกระทบของเรือจากอุบัติเหตุการเดินเรือ และยังได้ย้ำเน้นการตรวจสอบพฤติกรรมทางโครงสร้างที่สอดคล้องกับหลักการพื้นฐานและข้อกำหนดเบื้องต้นประกอบการออกแบบอีกด้วย

การก่อสร้างดังรายละเอียดในบทที่ 5 ได้ให้ความสำคัญของการทำเอกสารสัญญาในขั้นตอนการก่อสร้างด้วยการดำเนินงาน ช่วงวางแผน ช่วงการดำเนินงาน ช่วงการปฏิบัติการ และช่วงกำกับดูแลและบำรุงรักษา เป็นต้น การวางแผนงานจะต้องให้ครอบคลุมถึงการดำเนินการสำเร็จรูป การประกอบติดตั้ง และการตรวจสอบตามขั้นตอนต่างๆ ส่วนช่วงการดำเนินงานจะเกี่ยวข้องกับการออกแบบเบื้องต้น การทำเอกสารสัญญา และการจัดทำรายละเอียดโครงการ ซึ่งความรับผิดชอบของวิศวกรผู้ออกแบบย่อมหนีไม่พ้นพฤติกรรมและสมรรถภาพทางโครงสร้างในระหว่างก่อสร้างและในช่วงหลังจากติดตั้งจะต้องพิจารณาถึงพฤติกรรมทางโครงสร้างที่สอดคล้องกับน้ำหนักบรรทุกและแรงที่กระทำ จากการใช้สอย ผลจากสภาวะแวดล้อม และผลกระทบอื่นใดตามเงื่อนไขที่กำหนด บทนี้ได้ย้ำเน้นถึงระบบติดตามและประเมินผลหลังการเปิดใช้สอยให้บริการไปแล้วที่จะต้องมีการตรวจสอบและบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอตลอดไป อนึ่งระบบการตรวจรับรองที่มีการตรวจวัด การตรวจสอบ และการประเมินผลโดยที่ปรึกษาที่มีความชำนาญการจึงเป็นที่ยอมรับกับการตัดสินใจในระบบบริหารจัดการระดับสูง

บทสุดท้ายเป็นตัวอย่างและการพัฒนาสะพานซึ่งในอนาคตตัวอย่างสะพานซึ่งมีถึง 140 โครงการทั่วโลก สำหรับประเทศไทยมีสะพานพระราม 8 ที่นำเสนอนิยายละเอียดทุกแง่มุม ประกอบด้วยสะพาน ระบบสะพาน รายละเอียดการก่อสร้าง และผลงานหลังการก่อสร้างแล้วเสร็จ เปิดการใช้สอยให้บริการตามปกติ อนึ่ง Prof.Svensson ได้จัดประเภทสะพานซึ่งออกตามเทคนิคและวัสดุการก่อสร้างคือ สะพานคอนกรีต ที่อาจรวมระบบหล่อในที่และระบบสำเร็จรูป สะพานเหล็กที่อาจแยกเป็นระบบโครงเหล็ก ระบบเชิงประกอบ และระบบไฮบริด นอกจากนี้ ท่านยังได้จัดประเภทสะพานซึ่งเป็นระบบเชิงเดียวช่วงเสาและระบบเชิงอิงอนุพันธ์ของหลาย ๆ ช่วงเสา ในรายละเอียดยังได้ระบุเจ้าของโครงการ ผู้ออกแบบ วิศวกรที่ปรึกษา สถาปนิก ผู้รับเหมา ที่ปรึกษาทางพลศาสตร์ และผู้ควบคุมการก่อสร้าง

สำหรับในอนาคต Prof.Svensson ได้ให้วิสัยทัศน์ถึงการพัฒนาโครงสร้างสะพานซึ่งในแง่ของช่วงยาวที่เป็นสถิติโลกคือ Sutong Bridge, 1088 ม. ในจีน ซึ่งอาจถูกทำลายสถิติด้วย Russki Bridge, 1104 ม. ในรัสเซีย ประมาณปี 2012 ส่วนที่ Great Belt Bridge, 1204 ม. ในเดนมาร์ก กำลังเตรียมการ และ Messina Crossing, 1.800 ม. ในอิตาลี อยู่ในระหว่างการศึกษารูปแบบการพัฒนาสะพานซึ่งในอนาคตคาดว่าจะมีรูปทรงโค้งหรือรูปรีตรงช่วงกลาง แต่สำหรับช่วงในอาจพิจารณารูปทรงคอนกรีตหรือคอนกรีตเชิงประกอบอาจส่งเสริมให้มีความยาวช่วงเพิ่มมากขึ้นสำหรับความกว้างของสะพานอาจทำได้ถึง 120 ม. โครงสร้างเสากระโดง (Pylon) น่าจะเป็นเฟรมรูปเอ และมีส่วนฐานรากเป็นคอนกรีต ส่วนเคเบิลซึ่งในอนาคตน่าจะเป็น 2 ระบายที่ให้เสถียรภาพต่อแรงลมได้ดีกว่าแต่อาจจะพิจารณาใช้ระบบหน่วงตามความยาวของเคเบิลซึ่งเพื่อลดผลจากการสั่นสะเทือนจากแรงลมและ/หรือจากแรงลมร่วมกับฝนที่จะทำให้การพัฒนาสะพานซึ่งเป็นไปได้อย่างน่าอัศจรรย์ในอนาคตอันใกล้

## Book Review by Ekasit Limsuwan

### Holger Svensson: Cable Stayed Bridges

#### 40 Years of Experience Worldwide

Ernst&Sohn, Berlin, 2012, ISBN 978-3-433-02992-3, May 2012 / 458 pages, 1265 figures / Hardcover.

**About the Author :** Beside his strong background of respective education, practical experiences, academic contribution and independent practices, Holger Svensson has converted his professional expertise into integrated form of so many innovation in cable stayed bridge engineering. His Dipl.-Ing.-title from Stuttgart University and his practical experiences with the Leonhardt, Andra and Partners of an international consulting engineers of well recognition in supervision work of many projects mainly on cable stayed bridges in North America, Europe, and Asia, had brought him to associate with various standards and code of practices such as the AASHTO, ACI-Std., Euro Code, DIN and BS-Code. After his long term professional services in consulting firm for more than 40 years, he had done his academic contribution by serving as the professor in Cable Stayed Bridge at Dresden University. His practical experiences have also been transferred to academic views of the real practices. In addition Prof. Holger Stevensson is still active as independent practice for many interesting projects of which his experience shall be updated to the modern information technology and the globalization.

**Introduction and the development :** The first two chapters deal with introduction and development of cable stayed bridges. The author has gone so deep on the fundamental of structural mechanics of cable stayed bridges, then the historic precursor has also been introduced at very good order and sequence of development with trial and error approach. The aesthetic guideline and the system development have been presented as which young engineers or even bridge engineers shall be taken into consideration for schematic design or preliminary design. It is a very good approach to take both design fundamental and aesthetic guidelines into consideration of system development to obtain the structural performance and aesthetic outcome in compatable with structural outlooks and the environmental friendly design. On the other hand, some special systems associated with the functioning performance have been led to the most appropriate approach for construction techniques, structural performance

and the operation and maintenance scheme. This book has compared among, steel, concrete and composite structural components to the most uniqueness of structural performance and the cost effectiveness.

**Stayed Cables** : Recent development of stayed cables in chapter 3 have introduced to locked coil ropes of early development in Europe and then followed by parallel bars, wires, or strands of later development in some other parts of the globe. Among these recent developments, the materials properties, and some special features corresponding to the hardware and the anchorages have been concluded with association to the installation techniques and the erection process. Testing methods of materials, cable elements, and cable systems have been summarized for further recommendation of the real practices in the specifications.

One of the most outstanding features regarding dynamic characteristics and fatigues problems have been taken into considerations in design, installation and outcome performance. The installation technique and procedure for each system of stayed cables have also been summarized along with sequential quality control for corresponding structural behavior and the performance under the operation and maintenance periods. It should be emphasized that this book has introduced and concluded the real interaction procedure among the design calculation, construction execution, and outcome behavior of many bridges.

**Preliminary Design** : In the design process as shown in chapter 4, only the preliminary design as which the text has concentrated on the action forces of equivalent system and thus of actual system corresponding to codes of practices of respective projects. One is bridge dynamics - especially of wind effects, vortex-induced vibrations, self excitation and other motion-induced effects and damping measures. Wind tunnel tests of which many institutions have conducted in Germany, Europe and Worldwide are still an important tool in the design. It is also quite interesting that bridge dynamic and protection against ship collision have taken into special care in the design calculation. It should be emphasized that the structural behavior and the performance would have conformed and satisfied to the initial concepts and the original concerns.

**Construction** : The text in chapter 5 has prescribed the views on contract documents as which concerned along the building process of planning phase, executions phase and operation and

maintenance phase. In planning phase; prefabrication, erection and performance checking have been made. In construction phase, there are many activities dealing with preliminary design, contract documents and project information. The responsibility of the designer should have done through structural behavior and performance during construction phases. Structural performance after the erection should be confirmed to all actions and environmental effects with consequentially concerns.

One of the important issues of this book is concerned with monitoring of structural behavior corresponding to the quality control with respect to long term behaviors as the consequences in operation and maintenance. It should be pointed out that the post auditing system on bridge construction with related to assessment process of the actual structural behavior on the basis of monitoring data and assessment information to be evaluated for further decision making and appropriate management.

**Example & Future Development :** There are more than 140 examples for typical cable stayed bridges all over the world with inclusive details of general layout, bridge system, construction engineering and final completion. However, Mr. Svensson has categorized the cable stayed bridges into concrete bridges with cast in situ and precast ones, steel bridges, composite bridges, hybrid and series of cable stayed bridges. His emphasizes had made on special features of structural performances during the construction and consequence to the completion for service. Many key persons and firms who participated in each project have been listed as the authority, designer, consulting architect, contractors, aerodynamic consultants and construction engineering.

Mr. Svensson has also given his views on the future development of cable stayed bridges of the span record of Sutong Bridge in China of 1288 m, of Russki Bridge in Russia of 1104 m and the longer ones under preparation of Great Belt Bridge of 1204 m, of Messina Crossing in Italy of 1800 m. For thus future development, steel box girder of the main span with a streamlined cross-section, and possibly concrete for the side span girder, which might protrude about 120 m. into the main span. The tower still be an A-shape above the deck and will consist of concrete if the foundation are in favorable conditions. The aerodynamic stability of two cable planes with adaptive dampers shall be provided for future record spans and the future development of cable stayed bridge still be very fascinating.