



* S K N 0 0 1 5 8 0 *

1. Bé tông

2. Concrete

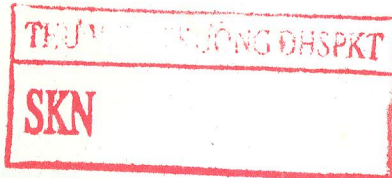
624.1234

1262

Torsion of Reinforced Concrete

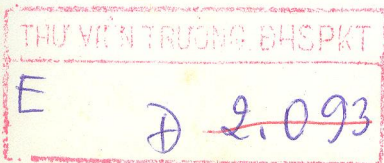
Thomas T. C. Hsu

Professor and Chairman
Department of Civil Engineering
University of Houston

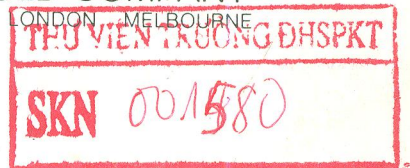


VAN NOSTRAND REINHOLD COMPANY

NEW YORK CINCINNATI TORONTO LONDON MELBOURNE



1091



Contents

Preface/vii

List of Plates/xi

Guide for Use of Book by Practicing Design Engineers/xiii

1. Torsion of Homogeneous Members/3

- 1.1 Navier's Equation for Elastic Circular Sections/3
 - 1.1.1 Derivation/3
 - 1.1.2 Example Problems (1.1 and 1.2)/6
- 1.2 St. Venant's Solution for Elastic Noncircular Sections/10
 - 1.2.1 Duleau's Experiments/10
 - 1.2.2 Cauchy's Equations for Theory of Elasticity/10
 - 1.2.3 St. Venant's Semi-inverse Method/16
 - 1.2.4 Solution for Rectangular Sections (Example 1.3)/22
 - 1.2.5 Solution for Other Cross Sections/30
 - 1.2.6 Bach's Equation for Thin-Walled Flanged Sections (Example 1.4)/30
- 1.3 Bredt's Thin-Tube Theory (Example 1.5)/33
- 1.4 Prandtl's Membrane Analogy/40
- 1.5 Nadai's Sand-Heap Analogy (Plastic Torsion)/44
- References/49

2. Torsion of Plain Concrete Members/51

- 2.1 Behavior of Rectangular Sections/51
- 2.2 Torsional Strength of Rectangular Sections/55
 - 2.2.1 Elastic Theory/55
 - 2.2.2 Plastic Theory/56
 - 2.2.3 Skew-Bending Theory/56
 - 2.2.4 Example 2.1/62

xviii CONTENTS

- 2.3 Torsional Strength of Circular Sections/63
 - 2.3.1 Elastic Theory/63
 - 2.3.2 Plastic Theory/64
 - 2.3.3 Skew-Bending Theory/64
- 2.4 Torsional Strength of Flanged Sections/65
 - 2.4.1 Bach's Equation/65
 - 2.4.2 Plastic Theory/66
 - 2.4.3 Skew-Bending Approximation/66
 - 2.4.4 Example 2.2/67
 - References/69
- 3. Torsion of Reinforced Concrete Members/71**
 - 3.1 Behavior of Torsional Members/71
 - 3.1.1 Members with Longitudinal Steel Only/71
 - 3.1.2 Members with Longitudinal Steel and Stirrups/72
 - 3.2 Torsional Strength/75
 - 3.2.1 Rausch's Space Truss Analogy/76
 - 3.2.2 Cowan's Efficiency Coefficient/83
 - 3.2.3 PCA Tests and Skew-Bending Theory/89
 - 3.2.4 Example 3.1/101
 - 3.3 Post-Cracking Torsional Rigidity/103
 - 3.3.1 Theoretical Derivation/103
 - 3.3.2 Modifications of Theoretical Equations/108
 - 3.3.3 Summary of Torsional Rigidity/111
 - 3.3.4 Simplification of Torsional Rigidity/113
 - 3.3.5 Example 3.2/114
 - Summary/116
 - References/117
- 4. ACI Torsion Design Criteria/119**
 - 4.1 Introductions/119
 - 4.1.1 Brief History/119
 - 4.1.2 Review of Flexural Shear Design/120
 - 4.2 Nominal Torsional Moment Strengths/121
 - 4.2.1 Rectangular Sections (Example 4.1)/121
 - 4.2.2 Flanged Sections (T, L, I) (Example 4.2)/125
 - 4.2.3 Box Sections (Example 4.3)/130
 - 4.3 Interaction of Torsion and Shear/136
 - 4.3.1 Cracking Stresses/137

- 4.3.2 Contribution of Concrete/140
- 4.3.3 Maximum Permissible Stresses/142
- 4.4 Design of Torsional Reinforcement/145
 - 4.4.1 Design Equations and Arrangement of Reinforcement/145
 - 4.4.2 Minimum Torsional Reinforcement/148
 - 4.4.3 Practical Limitations and Details/154
- 4.5 Design Example 4.4/159
 - References/168
- 5. Prestressed Concrete/171**
 - 5.1 Members without Web Reinforcement/171
 - 5.1.1 Failure Criteria of Concrete Under Biaxial Stresses/171
 - 5.1.2 Elastic and Plastic Theories/177
 - 5.1.3 Skew-Bending Theory/178
 - 5.2 Members with Web Reinforcement (Generalized ACI Design Method)/182
 - 5.2.1 Nominal Torsional Strength/182
 - 5.2.2 Contribution of Concrete/185
 - 5.2.3 Maximum Permissible Torque/186
 - 5.2.4 Minimum Torsional Reinforcement/189
 - 5.2.5 Generalized ACI Torsion Design Procedures/193
 - 5.2.6 Design Example 5.1/194
 - References/203
- 6. Skew Bending Theories for Combined Loadings/205**
 - 6.1 Introduction/205
 - 6.2 Lessig's Theory/208
 - 6.2.1 Mode 1 Failure/210
 - 6.2.2 Mode 2 Failure/219
 - 6.2.3 Russian Code of 1962/223
 - 6.2.4 Example 6.1/230
 - 6.3 Collins et al.'s Theory/235
 - 6.3.1 Mode 1 Failure/235
 - 6.3.2 Mode 3 Failure/237
 - 6.3.3 Mode 2 Failure/240
 - 6.3.4 Shear Failure/242
 - 6.3.5 Interaction Surface/243
 - 6.3.6 Australian Code of 1973/248
 - 6.3.7 Example 6.2/254

xx CONTENTS

- 6.4 Yudin-type Theory/257
 - 6.4.1 Mode 1 and Mode 3 Failures/259
 - 6.4.2 Mode 2 Failure/262
- 6.5 Elfgren et al.'s Interaction Surface/263
 - 6.5.1 Mode 1 and Mode 3 Failures/266
 - 6.5.2 Mode 2 Failure/273
 - 6.5.3 Comparison with Tests/275
 - References/278
- 7. Variable-Angle Truss Model/281
 - 7.1 Introduction/281
 - 7.1.1 Brief History of the Truss Model for Shear and Torsion/281
 - 7.1.2 Advantages of the Variable-Angle Truss Model/283
 - 7.1.3 Assumptions/284
 - 7.2 Equilibrium and Compatibility of a Shear Element/284
 - 7.2.1 Equilibrium of a Shear Element/284
 - 7.2.2 Compatibility of a Shear Element/289
 - 7.2.3 Compression Stress-Strain Relationship of Concrete in a Shear Element/295
 - 7.3 Truss Model for Beams/300
 - 7.3.1 Beam Element Subjected to Shear and Bending/300
 - 7.3.2 Effect of Concentrated Load and the "Shift Rule"/306
 - 7.3.3 Effect of Distributed Loads/309
 - 7.3.4 Beam Element Subjected to Axial Tension, Shear, and Bending/317
 - 7.3.5 Effect of Prestressing/318
 - 7.4 CEB-FIP Model Code for Shear/320
 - 7.4.1 Accurate Method/320
 - 7.4.2 Standard Method/325
 - 7.4.3 Serviceability Requirements/327
 - 7.4.4 Detailing of Reinforcement/330
 - 7.5 Box Sections Subjected to Pure Torsion/332
 - 7.5.1 Equilibrium of Box Sections Under Torsion/332
 - 7.5.2 Bending of Concrete Struts/336
 - 7.5.3 Compressive Stress Block and the Effective Wall Thickness/339
 - 7.5.4 Strains in Transverse and Longitudinal Steel, and Provisions to Prevent Overreinforcement/344
 - 7.5.5 Recommendations for Torsion Design/347
 - 7.6 Box Sections Subjected to Combined Loadings/349

- 7.6.1 Interaction of Torsion and Bending/349
- 7.6.2 Interaction of Torsion, Shear, and Bending/351
- 7.7 CEB-FIP Model Code for Torsion/356
 - 7.7.1 Types of Torsion/356
 - 7.7.2 Strength Design for Circulatory Torsion/357
 - 7.7.3 Serviceability Requirements and Detailing of Reinforcement/362
- 7.8 Examples 7.1 and 7.2/363
 - Example 7.1 Design of a Beam According to CEB-FIP Code/363
 - Example 7.2 Construction of a Torque-Twist Curve/373
 - References/378
- 8. Space Frames/381**
 - 8.1 Symmetry of Space Structures/382
 - 8.1.1 Application of Symmetry in Structures/382
 - 8.1.2 Definition of Symmetry of Structures/383
 - 8.1.3 Theorem of Symmetry/388
 - 8.1.4 Internal Forces and External Displacements at Origin/389
 - 8.1.5 Examples 8.1, 8.2, 8.3, and 8.4/392
 - 8.2 Plane Frames/397
 - 8.2.1 Characteristics of Plane Frames/397
 - 8.2.2 Simplification of Loadings on Plane Frames/400
 - 8.3 Flexibility Method/401
 - 8.3.1 General Description/401
 - 8.3.2 Important Details/402
 - 8.3.3 Examples 8.5, 8.6, 8.7, and 8.8/404
 - 8.4 Stiffness Method/415
 - 8.4.1 General Description/415
 - 8.4.2 Important Details/416
 - 8.4.3 Examples 8.9, 8.10, and 8.11/422
 - 8.5 Moment Distribution Methods/431
 - 8.5.1 General Description/431
 - 8.5.2 Examples 8.12, 8.13, and 8.14/433
- 9. Spandrel Beams/445**
 - 9.1 Introduction/445
 - 9.2 Elastic Analysis/447
 - 9.2.1 Interior Span/448
 - 9.2.2 Exterior Span/454

xxii CONTENTS

- 9.3 Limit Design Method/460
 - 9.3.1 Advantages of the Limit Design Method/460
 - 9.3.2 Moment Redistribution/462
 - 9.3.3 Interaction of Torsion and Shear/470
 - 9.3.4 ACI Torsional Limit Design Method/476
 - 9.3.5 Alternate Design Method/477
 - 9.3.6 Design of Joint/479
- 9.4 Design Example 9.1/481
 - 9.4.1 Design Frame and Loading/481
 - 9.4.2 Flexural and Shear Design/482
 - 9.4.3 Elastic Torque/484
 - 9.4.4 ACI Torsional Limit Design Method/485
 - 9.4.5 Alternate Design Method/490
 - 9.4.6 Comparison/493
 - References/494
- Appendix A. Coefficients for Maximum Torque in Elastic Analysis of Spandrel Beams/495
- Appendix B. Tentative Recommendations for the Design of Prestressed Nonprestressed Members to Resist Torsion/503
- Index/509

Bạn đang có trong tay thông tin cơ bản của một trong số những tài liệu có hàm lượng chất xám cao, với những thông tin vô cùng hữu ích cho quá trình học tập và nghiên cứu của bản thân bạn !

Bạn đã và đang trải qua những ưu tư, trăn trở của bản thân mình trước biển kiến thức mênh mông vô hạn và đang tìm hướng đi cho riêng mình bằng việc biến kiến thức thành tài sản tri thức của riêng bạn !

Hãy để Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM chia sẻ những khó khăn và trăn trở đó cùng bạn!

Hãy đến với Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cùng nhau, chúng ta xây dựng vương quốc khoa học và trí tuệ của chính mình !

Cùng với bạn, Thư viện ĐH Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM mong ước góp phần duy trì và phát triển văn hóa đọc !



Hãy đến với chúng tôi - Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cảm nhận, trải nghiệm và biến ước mơ khoa học của bạn thành hiện thực !

Hân hạnh được đón tiếp và phục vụ bạn tại
Số 1 – 3, Võ Văn Ngân, Phường Linh Chiểu, Quận Thủ Đức, Tp. HCM
ĐT: (08) 3896 9920 – Email: thuvienspkt@hcmute.edu.vn
<http://www.thuvienspkt.edu.vn> – <http://thuvien.hcmute.edu.vn>

Thông tin tài trợ!



A series of horizontal dotted lines spanning the width of the page, intended for writing. There are 18 lines in total, providing a structured space for text.



Bạn đang có trong tay thông tin cơ bản của một trong số những tài liệu có hàm lượng chất xám cao, với những thông tin vô cùng hữu ích cho quá trình học tập và nghiên cứu của bản thân bạn !

Bạn đã và đang trải qua những ưu tư, trăn trở của bản thân mình trước biển kiến thức mênh mông vô hạn và đang tìm hướng đi cho riêng mình bằng việc biến kiến thức thành tài sản tri thức của riêng bạn !

Hãy để Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM chia sẻ những khó khăn và trăn trở đó cùng bạn!

Hãy đến với Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cùng nhau, chúng ta xây dựng vương quốc khoa học và trí tuệ của chính mình !

Cùng với bạn, Thư viện ĐH Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM mong ước góp phần duy trì và phát triển văn hóa đọc !



Hãy đến với chúng tôi - Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cảm nhận, trải nghiệm và biến ước mơ khoa học của bạn thành hiện thực !

Hân hạnh được đón tiếp và phục vụ bạn tại
Số 1 – 3, Võ Văn Ngân, Phường Linh Chiểu, Quận Thủ Đức, Tp. HCM
ĐT: (08) 3896 9920 – Email: thuvienspkt@hcmute.edu.vn
<http://www.thuvienspkt.edu.vn> – <http://thuvien.hcmute.edu.vn>

Thông tin tài trợ!



A series of horizontal dotted lines for writing, arranged in a central column. There are 18 lines in total, providing space for a message or acknowledgment.

