

Liste des figures et des tableaux

Liste des figures

Introduction

Figure 1. 1. Poutres Angelina TM	3
Figure 1. 2. Avantage de la présence des ouvertures dans l'âme.....	3
Figure 1. 3. Poutres reconstituées munies d'ouvertures isolées de la forme variées	3
Figure 1. 4. Poutres ajourées	4
Figure 1. 5. Poutre Angelina	4
Figure 1. 6. Oxycoupage du profilé de base, séparation et soudage des deux parties.....	5
Figure 1. 7. Géométrie des poutres ajourées	6
Figure 1. 8. Tés et montants d'âme	7

Chapitre 1 : Revue de la littérature

Figure 1. 1. Zone de formation des rotules plastiques.....	10
Figure 1. 2. Effort tranchant dans chacune des membrures	11
Figure 1. 3. Mode de ruine d'une poutre à une seule ouverture	12
Figure 1. 4. Diagramme d'interaction de la résistance	12
Figure 1. 5. Configuration de la poutre avec ouverture.....	13
Figure 1. 6. Distribution des contraintes plastiques	14
Figure 1. 7. Renforcement de l'ouverture	16
Figure 1. 8. Ouverture d'une poutre métallique.....	17
Figure 1. 9. Diagramme d'interaction construit à partir de plusieurs points	20
Figure 1. 10. Diagramme cubique d'interaction Moment - effort tranchant.....	21
Figure 1. 11. Courbe d'interaction Moment - Effort tranchant.....	21
Figure 1. 12. Ruine d'une poutre avec deux ouvertures étroitement espacées (a et b).....	23
Figure 1. 13. Sollicitations sur une section plane inclinée d'un angle f	24
Figure 1. 14. Ouverture rectangulaire équivalente	24

Chapitre 2 : Modes de ruine

Figure 2. 1. Photographie des poutres ajourées renforcée.....	28
Figure 2. 2. Ruine par flexion transversale de la section perforée.....	29
Figure 2. 3. Ruine par cisaillement de la section perforée.....	30
Figure 2. 4. Mécanisme de ruine par flexion Vierendeel.....	30
Figure 2. 5. Flambement du montant.....	31
Figure 2. 6. Déversement d'une poutre cellulaire.....	32
Figure 2. 7. Ruine par écoulement du joint de soudure.....	33
Figure 2. 8. Flambement du montant d'âme sous compression.....	33

Chapitre 3 : Modélisation mécanique Et choix d'élément fini

Figure 3. 1. Organigramme du modèle de calcul	36
Figure 3. 2. Noyau de calcul pré et post traitements	38
Figure 3. 3. Modélisation des sections métalliques	39
Figure 3. 4. Poutre chargée par deux moments d'extrémité	40
Figure 3. 5. Diagramme de contrainte	41
Figure 3. 6. Diagramme des moments fléchissant et des efforts tranchants.....	41
Figure 3. 7. Evolution contrainte - déformation	42
Figure 3. 8. Déformation verticale de la poutre métallique " COQ4 "	44
Figure 3. 9. Déformation verticale de la poutre métallique " CUB8 ".....	44
Figure 3. 10. Flèches de la poutre métallique.....	45
Figure 3. 11. Loi de comportement de l'acier.....	46
Figure 3. 12. Loi de comportement idéalisé de l'acier.....	46
Figure 3. 13. Poutre étudiée expérimentalement	47
Figure 3. 14. Précision du modèle numérique	47
Figure 3. 15. Poutre étudiée expérimentalement	48
Figure 3. 16. Précision du modèle numérique	48

Chapitre 4 : Charges de ruine et modes de ruine associés des poutres cellulaires

Figure 4. 1. Effet Virendeel { 1 }	51
Figure 4. 2. Flambement du montant d'âme {21}	51
Figure 4. 3. Déversement d'une poutre cellulaire.....	52
Figure 4. 4. Evolution charges-flèche correspondant au rapport (L/h=15)	53
Figure 4. 5. Charges ultimes des poutres fabriquées en IPE400	54
Figure 4. 6. Charges ultimes des poutres fabriquées en IPE500	55
Figure 4. 7. Charge ultimes des poutres fabriquées en IPE600.....	55
Figure 4. 8. Déversement de la poutre cellulaire {8 ouvertures}	56
Figure 4. 9. Charges - flèche de la poutre cellulaire {8 ouvertures}	56
Figure 4. 10. Déversement de la poutre cellulaire {9 ouvertures}	56
Figure 4. 11. Charges - flèche de la poutre cellulaire {9 ouvertures}	57
Figure 4. 12. Section critique en flexion Virendeel	58
Figure 4. 13. Rotule plastique dans la membrure supérieure de la poutre	59
Figure 4. 14. Comportement charge-déplacement au niveau des ouvertures.....	59
Figure 4. 15. Comportement charge-déplacement de la poutre.....	60
Figure 4. 16. Comportement charge-déplacement au niveau des ouvertures.....	60
Figure 4. 17. Comportement charge-déplacement de la poutre.....	61
Figure 4. 18. Emplacements des points indiqués dans les graphiques	62
Figure 4. 19. Section critique dans un montant d'âme.....	63
Figure 4. 20. Flambement au niveau de l'âme de la poutre obtenu avec CASTEM.....	63
Figure 4. 21. Charge-déplacement hors-plan au niveau du montant à mi portée de la poutre	64
Figure 4. 22. Comportement charge-déplacement hors plan (point B)	65
Figure 4. 23. Poutre cellulaire testée {13 ouvertures}	67
Figure 4. 24. Charges - Déplacement de la poutre cellulaire {13 ouvertures}.....	67
Figure 4. 25. Poutre cellulaire testée {12 ouvertures}	68

Figure 4. 26. Charges- Déplacement de la poutre cellulaire {12 ouvertures}..... **68**
Figure 4. 27. Flexion Virendeel et flambement d'âme **69**
Liste des tableaux

Chapitre 3 : Modélisation mécanique Et choix d'élément fini

Tableau 3. 1. Valeurs de la flèche de la poutre en acier..... **43**
Tableau 3. 2. Caractéristiques géométriques..... **47**
Tableau 3. 3. Caractéristiques géométriques..... **48**

Chapitre 4 : Charges de ruine et modes de ruine associés des poutres cellulaires

Tableau 4. 1. Propriétés du matériau de base des poutres considérées **53**
Tableau 4. 2. Caractéristiques géométriques et mécaniques des poutres étudiées..... **58**
Tableau 4. 3. Valeurs de la flèche pour différentes sections critiques **61**
Tableau 4. 4. Valeurs de la charge ultime pour différentes largeurs du montant **65**
Tableau 4. 5. Caractéristiques géométriques et mécaniques des poutres considérée..... **66**
Tableau 4. 6. Capacité portante ultime et mode de ruine du spécimen (PC1) **67**
Tableau 4. 7. Capacité portante ultime et mode de ruine du spécimen (PC2) **69**