

ruggc7 - CAMPBIP - Lundi 22 mai 2017 16:26:16:28 (02:01)

Influence du ferrailage transversal sur les performances dynamiques des nœuds poteaux-poutres en béton armé sous chargement cyclique

O. Bouazzouni^(1,2,3), M.Achit-Henni⁽⁴⁾, S. Amziane^(1,2), M. Taazount^(1,2)

(1) Université Clermont Auvergne, Université Blaise Pascal, Institut Pascal, BP 10448, F 63000 CLERMONT-FERRAND, FRANCE

(2) CNRS, UMR 6602, IP, F-63178 Aubière, France.

(3) Laboratoire de modélisation numérique et expérimentale des matériaux et structures (LAMOMS), Faculté Génie de la Construction, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, B.P N° 17 RP - 15000, Algérie

(4) Laboratoire des sciences des matériaux et environnement (LMSE), Faculté des Science et Science de l'Ingénieur, Université de Chlef, BP 151 Chlef RP 02000, Algérie.

omar.bouazzouni1@etudiant.univ-bpclermont.fr; Sofiane.amziane@uca.fr; mustapha.taazount@uca.fr;
achithm@yahoo.fr

Résumé

Le but de cette étude concerne la mise en évidence de l'influence du ratio d'armatures transversales mis dans les nœuds poteaux-poutres réalisés en béton armé sur les effets mécaniques de la ductilité et de la dissipation d'énergie. L'analyse est basée sur des essais expérimentaux cycliques réalisés au laboratoire sur trois spécimens de nœuds réalisés en béton armé, avec des dimensions à échelle réelle, et ferrailés transversalement avec : 0 cadre, 3 cadres et 7 cadres. Cette étude a permis de tirer quelques conclusions intéressantes sur les influences mécaniques engendrées par le confinement du béton et la ductilité des aciers dans le nœud sur la dégradation globale de la rigidité et sur la dissipation de l'énergie.

Abstract

The aim of this study is to highlighting the influence of the steel transverse reinforcement ratio in the Reinforced Concrete Column-Beam "RCCB" joints on the mechanical effects of ductility and energy dissipation. The analysis is based on the cyclical experimental tests carried out in the laboratory on three specimens of real RCCB joints with transverse reinforcement: 0 frame, 3 frames and 7 frames. This study yielded some interesting conclusions about the mechanical influences caused by the concrete confinement and by the steel ductility in the RCCB joint on the overall stiffness degradation and on the energy dissipation.

Mots-Clés : béton armé, Nœuds, Charge Cyclique, confinement, Poteau-Poutre, Specimens.

Key Words: Reinforced Concrete, Joints, Cyclic load, confinement, Column-Beam, Specimens.

Les structures en béton armé à multi-étages dans les régions sismiques sont habituellement conçues pour être ductiles. L'approche de conception ductile est associée avec ce qui est généralement connu comme « poteau fort – poutre faible », suivant cela, les rotules plastiques sont désignées pour se former dans les poutres plutôt que dans les poteaux [1-2].

Sous l'action des forces sismiques, les nœuds poteau-poutre sont soumis à des fortes contraintes de cisaillement dans le noyau qui sont le résultat de moments de signes opposés sur les extrémités d'éléments de part et d'autre du noyau d'articulation. Ces contraintes de cisaillement sollicitant le nœud agissent en traction et en compression qui conduisent à la fissuration diagonale et à l'écrasement du béton dans le nœud [4].

Les nœuds poteaux-poutres en B.A sont les zones les plus critiques dans la dissipation énergétique sismique, et pour éviter cette défaillance de cisaillement par traction/compression diagonale et d'assurer une certaine dissipation d'énergie, un renforcement métallique en cisaillement est nécessaire, ce qui est prescrit par les codes de conception technique [1-3].

2. Mécanisme d'un nœud extérieur

Les forces transférées des éléments de poutre et de poteau vers les nœuds sont représentées schématiquement sur la figure 1. Elles provoquent la formation de bielles de compression et de tirants qui sont traduits expérimentalement sous forme d'allongements et de raccourcissements des capteurs de déplacement diagonaux (LVDTs) fixés sur le nœud, ainsi que la déformation de la poutre principale.

Les principales caractéristiques mécaniques de calcul sont résumées ci-dessous :

- le déplacement rigide D_r :

$$D_{rigide} = D_{total} - D_{relatif}$$

$$D_r = D_{total} - \frac{l^2 F}{3E} \left(\frac{l}{I_{pp}} + \frac{h}{4I_{pot}} \right) \quad (1)$$

Ou :

h : hauteur total du poteau ($h=200\text{cm}$)

l : hauteur total du poteau ($l=125\text{cm}$)

- la résistance à la déformation élastique k :

$$k = F/D_r \quad (2)$$

- la Dégradation de rigidité deg_k :

$$deg_k = \left(1 - \frac{k}{k^*} \right) \quad (3)$$

- la dissipation d'énergie E_d :

$$E_d = \oint F \cdot dl$$

$$E_d = (F_{i+1} + F_i)(D_{r(i+1)} + D_{r(i)})/2 \quad (4)$$

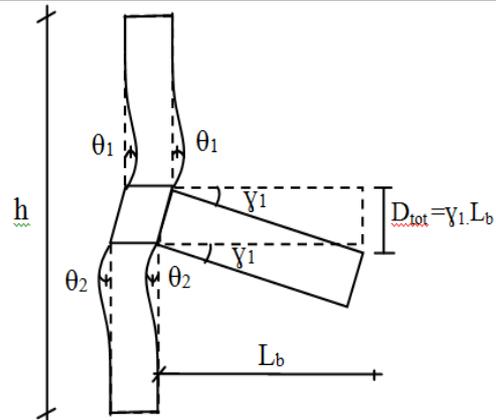


Figure 1 : Contraintes principales dans l'articulation.

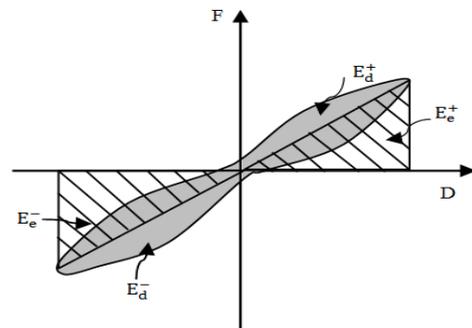


Figure 2 : Force-déplacement.

3. Programme expérimentale :

Trois formes structurales de nœuds poteau-poutre, nommés S1, S2 et S3 sont étudiées dans le cadre de ce travail. Ces nœuds sont assimilés à ceux de rive d'un étage intermédiaire d'un bâtiment résidentiel courant. Ils sont réalisés d'une manière identique avec la seule variable est le ferrailage transversal comme illustré sur les figures 2 et 3. Le dispositif expérimental est défini comme suit :

- Poutre principale d'une hauteur de 40cm sur une largeur de 20cm avec une longueur de 150cm, le ferrailage principal de 6Ø16 (3 en haut et 3 en bas) avec des cadres Ø8.
- Poutre secondaire d'une hauteur de 40cm sur une largeur de 25cm avec une longueur de 2000cm, le ferrailage principal de 4Ø12 (2 en haut et 2 en bas) avec des cadres Ø8.
- Le poteau de dimension 20x30cm sur une hauteur de 200cm, le ferrailage principal de 6Ø18 (3 barres de chaque côté de 20cm) et des cadres Ø8 comme ferrailage secondaires.

- Le Nœud poteau-poutre a une dimension de la poutre principale de 20x30 cm (charge cyclique est appliqué et du poteau, dans on aura les dimensions 20x30 cm sur une hauteur de 40cm. Le ferrailage horizontal avec des cadres Ø8 sous forme de U superposés alternativement où le nœud S1 est sans cadre, le nœud S2 comporte 3 cadres et 7 cadres dans le nœud S3 (voir figure 3 (a, b et c)).

Les aciers utilisés (longitudinale et transversal) sont de nuance B500. La résistance caractéristique du béton à la compression à 28 jours est de 20 MPa, on effectue l'écrasement sur des éprouvettes de dimension 15x30 cm confectionnées avec chaque modèle d'essai.

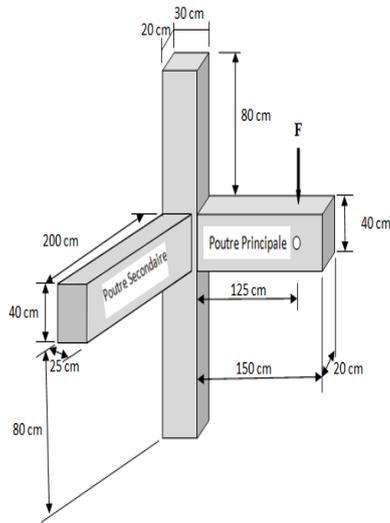


Figure 3 : Modèle expérimental.

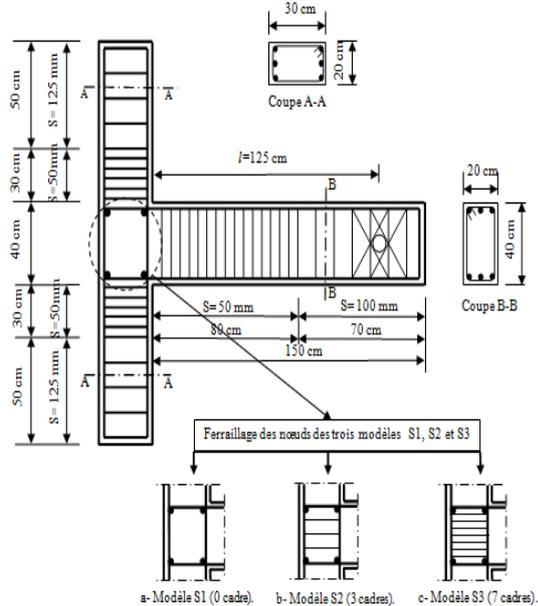


Figure 4 : Ferrailage des nœuds (S1, S2 et S3).

Les essais ont été réalisés avec un dispositif composé de quatre poteaux et quatre poutres rigides. Les extrémités des poteaux sont bloquées transversalement, et la charge verticale axiale est appliquée au poteau supérieur (voir Figure 5). La poutre secondaire est stabilisée par l'application à mi-portée d'une charge constante. Une charge cyclique, variable, est appliquée à l'extrémité de la poutre principale à l'aide d'une liaison spéciale. La force est exercée par un vérin hydraulique par l'intermédiaire d'une tige métallique de diamètre 50mm (voir figure 5).

Les mesures des déplacements se fait à l'aide de trois transducteurs de déplacement linéaire en voltage (LVDTs), un placé à l'extrémité libre de la poutre principale, et deux autres fixés diagonalement sur la face latérale du nœud parallèlement à la poutre principale.

Les allongements et raccourcissement des (LVDTs) sont enregistrés par un système d'acquisition informatique, suite à l'application d'une charge cyclique réversible (F) à l'extrémité de la poutre principale par le vérin hydraulique contrôlé par un programme informatique.



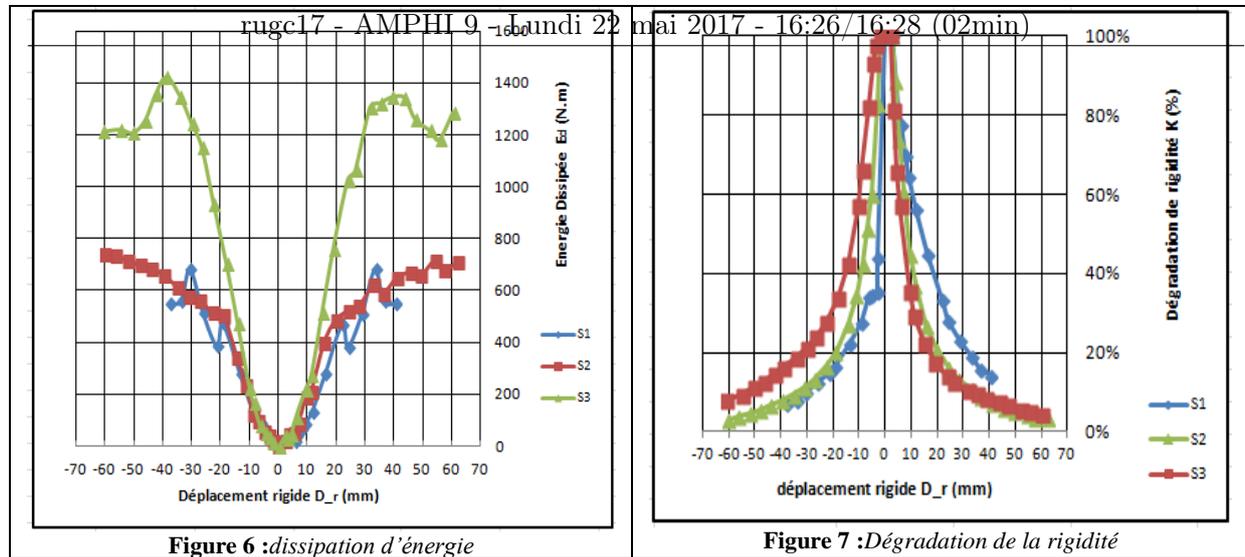
Figure 5 : L'installation d'essai.

4. Résultats des Tests

Les résultats expérimentaux obtenus sont présentés sous forme de courbe.

- Dissipation d'énergie :

La dissipation d'énergie pour un chargement positif et négatif représenté sur la figure 6 est plus au moins symétrique. Elle augmente progressivement sur les trois modèles jusqu'au déplacement $D_r = \pm 10$ mm ; au-delà, la dissipation du modèle S2 augmente beaucoup moins que le modèle S3 et un peu plus que dans le modèle S1 qui a subi un cisaillement avant la fin d'essai. La dissipation maximale du modèle S3 avant de rentrer en régression progressive est : $E_{dmax}^+ = 1344$ N.m et $E_{dmax}^- = 1423$ N.m ; celle du modèle S2, enregistré à la fin d'essai, est égale à : $E_{dmax}^+ = 710$ N.m et $E_{dmax}^- = 740$ N.m soit environ la moitié du modèle S3.



- Dégradation de rigidité :

La dégradation de rigidité d'un chargement réversible (calculée par la loi (3)) est représentée dans la figure 7. Jusqu'à un déplacement $D_r = \pm 30$ mm, la dégradation de rigidité dans les trois modèles est très élevée; au-delà, à l'exception du modèle S1 à cause du cisaillement du nœud à un déplacement $D_r = \pm 38$ mm, elle reste peu élevée jusqu'à la fin des essais pour un déplacement $D_r \approx \pm 60$ mm.

La dégradation de rigidité du modèle S2 est peu élevée que le modèle S3 et moins élevée que le modèle S1 pour un chargement négatif. Pour un chargement positif le modèle S2 est peu élevée que le modèle S1 et moins élevée que le modèle S3 avec une similitude de comportement des deux modèles S2 et S3 à partir d'un déplacement $D_r \approx + 32$ mm.

5. Conclusion :

Les nœuds sans ferrailage horizontal ont un certain comportement plastique, mais pour éviter la rupture fragile il faut un ferrailage minimum comme il est exigé par les codes de calculs. Pour un même déplacement, l'augmentation de la section horizontale d'acier dans le nœud entraîne une augmentation de la capacité de dissipation d'énergie, mais sans grande influence sur la dégradation de rigidité. Le comportement du nœud est le même dans les deux sens de chargement. Il y a cependant à noter une légère influence du poids propre de la poutre principale dans le sens négatif.

6. Bibliographie :

- [1] M. Achit-Henni, M. Taazount et M. N. Farsi ; Influence du ferrailage transversal sur le comportement des nœuds poteaux poutres en béton armé soumis à des charges cycliques altérées, XXVIII^e Rencontre Universitaires de Génie Civil, la Bourboule, 2 au 4 juin 2010.
- [2] Eurocode 8 : calcul des structures pour leur résistance aux séismes – partie 1 : Règles générales, actionssismiques et règles pour les bâtiments. Décembre 2003.
- [3] Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique «Règles Parasismiques Algériennes 1999 version 2003» Document Technique Règlementaire.
- [4] DTR-BC 248- CGS, Alger, 2003, p. 71-72 Akanshu Sharma, R. Eligehausen, G.R. Reddy. A new model to simulate joint shear behavior of poorly detailed beam-column connections in RC structures under seismic loads, Part I: Exterior joints, Engineering Structures 33 (2011) 1034–1051.