

DETERMINATION DE LA CONTRAINTE DE FATIGUE DU MATERIAU COMPOSITE (BETON POLYMERE SILICATE) SOUS CHARGEMENT CYCLIQUE

1. Introduction

Les matériaux composites font aujourd'hui l'objet de recherche tant théorique qu'expérimentale, car depuis quelques années, un regain d'intérêt se manifeste dans le monde entier pour le béton à haute résistance et performance mécanique, obtenu grâce à l'emploi de fluidifiants et éventuellement de polymère silicate [1,2,3]. Notre recherche est devenue fructueuse grâce à l'obtention d'un matériau composite (polymère silicate béton à base de dorsil et de gravier de granite).

A posteriori, nous avons effectué des essais de chargement statiques et cycliques.

L'essieu du wagon travaille en flexion et tourne avec des roues subissant des contraintes cycliques, bien que les forces extérieures gardent leurs valeurs et leurs directions, les fibres de l'essieu se trouvent tantôt dans la zone tendue, tantôt dans la zone comprimée, il est à remarquer que l'action des charges alternatives jusqu'à la rupture subit un phénomène dit de fatigue suite à la progression de la crique.

L'alternance entre le chargement et le déchargement produit l'écrouissage et augmente la fragilité du matériau [4].

2. Objectifs visés

L'objectif principal de notre travail est d'étudier l'influence du polymère silicate sur la réponse mécanique du matériau étudié :

- Voir si la technique d'incorporation du polymère silicate dans le béton, permet d'améliorer la réponse mécanique du composite sous chargement statique et cyclique [5] ;

- L'utilisation du béton renforcé par un polymère silicate permet d'améliorer les conditions de service du matériau étudié vis-à-vis du béton ordinaire.

3. Matériau et essais mécaniques

La détermination de la contrainte de la limite d'endurance du béton polymère silicate sous chargement statique et cyclique s'effectue par voie expérimentale.

Pour cela, on a préparé cinq(05) séries de béton en polymère silicate .

- Les éprouvettes de matériau composite sont des prismes de $(5 \times 5 \times 20) \text{ cm}^3$
- Les composants du polymère silicate béton sont (% en masse) Tableau 1.

Remarques

Composants	série 1 + 5	série 2,3 et 4
Verre liquide	13	14
Na ₂ SiF ₆ , fluosilicates de sodium	2	3
Adjuvant + (polymère)	0,4	0,7
Gravier de granite	40	-
Cristal de verre (dorsil)	-	45
Sable	28	23
Micro granulat	16,6	14,3

Tableau 1

Les séries 2,3 et 4 contiennent 45% de dorsil et pas de gravier.

La série 1 et 5 contiennent 40% de gravier et pas de dorsil.

La 3,4 et 5 séries sont armées en axe par des armatures de classe AIII :

- Série 3 : HA6.
- Série 4 et 5 : HA8.

Pour la préparation du polymère silicate béton, on a employé un malaxeur mécanique.

les prismes étaient remplis et compactés sur table vibrante .

La fabrication des éprouvettes et la procédure des essais étaient conforme aux règlements internationaux.

- Les essais de résistance sous chargement statique ont été réalisés à l'aide d'un appareil Universel TSDM-PO. 10 (Allemagne) avec un effort maximum à la compression de 300 KN.

Pour les déformations on les mesure à l'aide de jauges placées longitudinalement et transversalement, sur les quatre côtés du prisme, ces jauges peuvent enregistrer des déplacements de l'ordre 0,001mm.

Les résultats des essais de résistance à la compression et la traction et le module d'élasticité longitudinale seront fournis avec une probabilité de justesse de $p = 0.95$.

BIBI MEKKI

Université de M'SILA

Y.L SHVIDKO

Institut du chemin de fer et transport Moscou (Russie)

RÉSUMÉ

L'objectif du présent article est d'étudier sous chargement statique et cyclique l'endurance du matériau composite (béton polymère silicate). La technique d'incorporation du polymère silicate dans le béton permet d'améliorer les conditions de travail (réponse mécanique) du composite. L'utilisation du béton renforcé par un polymère silicate permet d'améliorer les conditions de services du matériau étudié en lui conférant une haute performance aux matériaux chimiques agressifs

MOTS CLÉS

Matériau composite • polymère silicate • charges cycliques • fatigue

N° de test	type de béton testé	caractéristiques mécaniques	résultats obtenus MPA
1	A	σ_s	21.4MPa
		E_s	9000.06MPa
2	B	σ_s	24.4MPa
		E_s	93000.32MPa
3	C	σ_s	75KN
4	D	σ_s	80KN
5	E	σ_s	54KN

Tableau 2

N° de d'essais	N° d'éprouvette	σ_{max}	σ_{max}/σ_r	Nbre de cycles jusqu'à la rupture	
1	1	7,4	0,367	1128 000	$\sigma_{max} = 1,576-0,208 \sigma_r$
	2	7,13	0,353	500 000	
	3	7,4	0,367	1355 400	
	4	4,44	0,220	1754 900	
	5	4,71	0,233	1985 400	

Tableau 3

Tableau 4 : Les résultats de l'expérience de l'endurance.

N° de série	% d'armature	Nbre de prisme en série	coefficient de corrélation	contrainte de la limite d'endurance
1	0	6	-0,66	$\sigma_{0.2} = 0,265 \sigma_{0.2}$
2	0	5	-0,835	$\sigma_{0.2} = 0,34 \sigma_{0.2}$
3	0,01	9	-0,758	$\sigma_{0.2} = 0,35 \sigma_{0.2}$
4	0,02	12	-0,803	$\sigma_{0.2} = 0,48 \sigma_{0.2}$
5	0,02	6	-0,982	$\sigma_{0.2} = 0,245 \sigma_{0.2}$

avec :

σ_R : Contrainte de rupture

E_0 : Module d'élasticité longitudinale

A : Béton polymère silicate à base de gravier

B : Béton polymère silicate à base de dorsil

C : Béton polymère silicate à base de dorsil armé avec HA6.

D : Béton polymère silicate à base de dorsil armé avec HA 8.

On constate que la résistance du béton polymère silicate à base de dorsil est supérieure à celle du béton polymère silicate à base de gravier avec un poids de (15-20%) en moins.

4. Détermination de la résistance mécanique sous chargement cyclique

Dans ce contexte, on a procédé à des expériences sur le polymère silicate béton renforcé par des armatures HA6 dans la 3e série et HA8 dans la 4e et 5e série.

L'essai mécanique a été réalisé à l'aide d'un appareil universel TSDM-PO 10 (Allemagne) avec 750 cycle/min.

Pour chaque série on a réalisé plusieurs essais en commençant par le rapport le plus élevé entre la contrainte maximale et la contrainte de rupture (σ_{max}/σ_r) jusqu'à la valeur la plus petite du rapport.

Les essais mécaniques effectués montrent que les éprouvettes prismatiques subissent la rupture aux alentours de deux millions de cycles. L'essai doit être effectué aux alentours de 4 à 5 niveaux de chargement afin de tracer la ligne d'endurance moyenne.

Le coefficient de symétrie est égale à 0,2 ($\rho = \sigma_{min}/\sigma_{max}$).

Les résultats expérimentaux obtenus à partir des essais mécaniques, effectués sous chargements cycliques sont présentés dans le tableau 3, 4 et figure 1.

$$\sigma_r = 20.7 \text{ MPA}$$

La figure 1 et les tableaux 3 et 4 présentent les résultats obtenus.

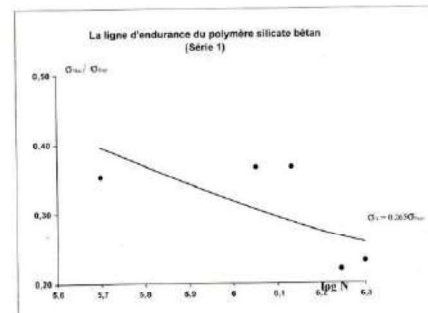


Figure 1 : La ligne d'endurance du polymère silicate béton (série 1)

5. Conclusion

1/ Pour la première fois au monde, l'étude de l'endurance du polymère silicate béton a été effectuée.

2/ L'utilisation du polymère silicate dans les matériaux composites améliore la performance mécanique du matériau, puisque ces polymères s'opposent à la corrosion et résistent aux solutions concentrées d'acide, de sel et d'alcalin, ces derniers sont employés dans la construction des entreprises de l'industrie chimique, des égouts, des conduites d'eau etc..

3/ utilisation du polymère silicate béton à base de dorsil permet une augmentation de résistance par rapport au polymère silicate béton à base de gravier et un poids de (15-20%) en moins.

4/ En conclusion, nous espérons qu'une telle étude contribuera à l'amélioration des connaissances théoriques et expérimentales et qu'elle pourra permettre une approche plus réaliste du calcul de structure ■