T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	ジオポリマーコンクリートはりのせん断疲労に関する基礎的研究
Title(English)	Shear fatigue behavior of geopolymer concrete beams
著者(和文)	内西廉太朗, 千々和伸浩
Authors(English)	Rentaro Uchinishi, Nobuhiro Chijiwa
出典(和文)	令和4年度土木学会全国大会第77回年次学術講演会, , , V-253
Citation(English)	, , , V-253
発行日 / Pub. date	2022, 9
権利情報 / Copyright	本著作物の著作権は土木学会に帰属します。 Copyright (c) 2022 Japan Society of Civil Engineers.

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

第V部門
新材料・新工法（構造）(1)
2022年9月15日(木) 09:30 ～ 10:50 V-8 (吉田南総合館南棟　共南０１)

[V-253] ジオポリマーコンクリートはりのせん断疲労に関する基礎的研究
Shear fatigue behavior of geopolymer concrete beams

*内西 廉太朗[1]、千々和 伸浩[1]（1. 東京工業大学）
*Rentaro Uchinishi[1], Nobuhiro Chijiwa[1]（1. Tokyo Institute of Technology）

キーワード：ジオポリマー、RCはり、せん断、せん断疲労、乾燥収縮
Geopolymer, RC beam, Shear, Shear fatigue, Drying shrinkage

ジオポリマーは産業副産物の大量消費が可能であり，耐久性や耐火性等が普通ポルトランドセメントよりも優れていると報告されている．しかし，そのせん断疲労に関する研究は未だ報告されていない．したがって，道路構造物等の疲労現象が顕著な構造物への適用範囲拡大等を目的としせん断疲労試験を行った．フライアッシュおよび高炉スラグ微粉末をアルカリシリカ溶液と反応させてジオポリマーコンクリートはりを作製し，計4つのはりに対してせん断疲労試験を行った．その結果，ジオポリマーコンクリートは普通ポルトランドセメントコンクリートと同等かそれ以上のせん断疲労耐性を持つ可能性があることが示された．

©公益社団法人土木学会

ジオポリマーコンクリートはりのせん断疲労に関する基礎的研究

東京工業大学　学生会員　○内西　廉太朗
正会員　千々和　伸浩

1. はじめに

ジオポリマー(GP)は，フライアッシュ(FA)や高炉スラグ微粉末(BFS)等のアルミナシリカ粉末と，水ガラス等のアルカリシリカ溶液を混合することで形成されるアルミノケイ酸塩構造を有する硬化体である．GP は普通ポルトランドセメント(OPC)に比べて耐火性や耐久性が高く，OPC コンクリートの代替材料として期待されており，いくつかの国内での施工事例もある．一方で同一の圧縮強度の OPC モルタルと比較して，GP モルタルは付着強度が優れているりことが報告されているなど，バインダーとしての違いが強度特性に影響を与えていることが分かっている．

今後，道路構造物や海洋構造物など，大規模でありかつ繰返し荷重がかかる構造物に対して GP コンクリートの適用範囲を拡大するには，GP の疲労性能についての知見が必要となる．また，バインダーとしての違いは内部のひび割れの発生・進展に影響し，これらと密接に関わるせん断疲労挙動が GP と OPC では異なる可能性がある．したがって，本研究では GP で作製した RC はりのせん断疲労試験を通し，GP のせん断疲労性能についての検討を行った．

2．実験の概要

表 1 に配合を示す．配合は十分なワーカビリティと 30N/mm^2 以上の圧縮強度を確保できるように選定した．また凝結時間を抑えるため遅延剤として L-酒石酸ナトリウム(LST)を使用した．28 日間型枠内で上面をラップと木板の蓋で塞いで封緘養生した後，静的試験開始日までラップで再度封緘養生を行った．

図 1 に試験体形状および寸法，**表 2** に試験シリーズを示す．疲労試験は 2 つのシリーズ計 4 つの供試体に対して行い，それぞれのシリーズではじめに上限荷重を設定するため静的試験を行った．上限荷重は静的せん断耐力の 80%および 70%とした．なお，シリーズ間の違いは打設日時と封緘養生期間および気中での放置期間のみである．

表 1　コンクリートの配合

モル比		単位体積重量[kg/m^3]					
A/W	Si/A	AS	FA	BFS	S	G	LST
0.102	0.707	200	300	100	802	982	20

A/W:溶液中のアルカリと水のモル比，
Si/A:溶液中のシリカ成分とアルカリのモル比，
AS:アルカリシリカ溶液，S:細骨材，G:粗骨材

表 2　試験シリーズ

名称	シリーズ	上限荷重比[%]	封緘期間
1S100	1	100	48 日
1F80	1	80	48 日
1F70	1	70	48 日
2S100	2	100	56 日
2F80	2	80	56 日
2F70	2	70	56 日

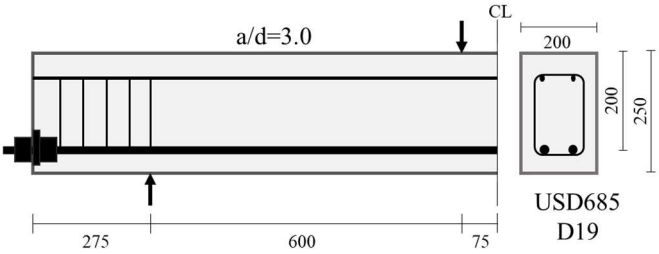

図 1　試験体形状および寸法

載荷は 600mm の等曲げ区間を設けた 2 点載荷で，疲労試験においては 0.5Hz の正弦波によって繰返し荷重をかけた．バネ変位計を用いて紙面手前および奥手において，試験体中央変位と支点の変位を計測し，中央変位から支点変位を除した値をはりのたわみとした．また，疲労試験の破壊基準は静的試験におけるせん断ひび割れ発生時のたわみ到達時とした．

3．実験結果

表 3 に静的試験の結果を示す．疲労試験はこれらの値の 80%および 70%の値を上限荷重として設定して行った．なお，下限荷重は繰返し載荷による試験体のずれ等を考慮し一律 10kN とした．

キーワード　ジオポリマー，RC はり，せん断，せん断疲労，乾燥収縮
連絡先　〒152-8550　東京都目黒区大岡山 2-12-1　ＴＥＬ03-5734-3194

© Japan Society of Civil Engineers

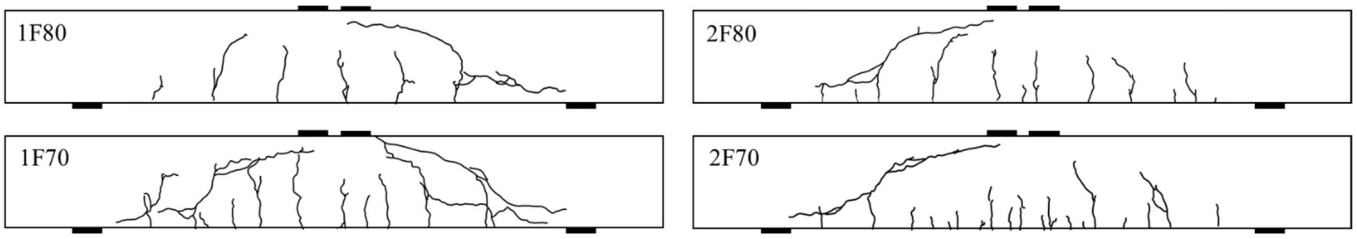

図 2　疲労試験体ひび割れ分布図

図 2 に疲労試験体のひび割れ発生状況を示す．上限荷重が 80%の場合は疲労載荷繰返し回数の増加に伴うひび割れの進展は少なかった．上限荷重が 70%の 1F70 では，載荷回数の増加に伴い広い範囲にわたってのひび割れの進展が見られた．一方で 2F70 では、載荷開始前においてはり下縁部に乾燥収縮の影響とみられるひび割れが多数確認された．

図 3 に実験で得られた S-N 図，表 4 に疲労試験結果を示す．図表中には，上田ら [2]によって提案されたせん断疲労寿命と上限荷重比の関係を表す経験式による推定値も示した．この提案式は以下の式(1)である．

$$log_{10} V_{max}/V_C = -0.036(1 - r|r|)\, log_{10} N_f \quad (1)$$

ここに，V_{max}: 上限荷重，V_C: 静的せん断強度，r: 上限荷重と下限荷重の比，N_f: せん断疲労寿命である．

実験から，せん断疲労寿命について 2F70 を除いた 3 つのはりにおいて，式(1)による予測値よりも大きくなる結果が得られ，せん断疲労に対して GP で作製された RC はりは OPC で作製された RC はりと同等かそれ以上の耐性を持つ可能性が示された．これには GP の骨材境界面に対する接着能力の強さが起因していることが考えられる．太田ら [1]が報告しているように，GP は付着特性が優れており，骨材に対しても接着性能が優れている可能性がある．せん断疲労挙動はひび割れの進展に大きく影響を受けるが，ひび割れ発生の初期段階である骨材境界面での剥離が GP では生じにくいために，繰返し載荷回数に応じたひび割れの進展も抑制された可能性が推察される．また 2F70 に関しては載荷開始前の状態で，はり引張縁に乾燥収縮の影響とみられる多数のひび割れが発生していたことから，乾燥収縮の影響が特に大きく顕われた可能性がある．平塚ら [3]が乾燥収縮により疲労寿命が低下することを報告しているように，本研究でもせん断疲労寿命が小さくなった可能性がある．

表 3　静的試験結果

名称	V_C [kN]	δ_{Vc}[mm]
1S100	100.0	3.1
2S100	108.0	2.9

V_C: せん断ひび割れ発生荷重，δ_{Vc}: V_c 到達時のたわみ

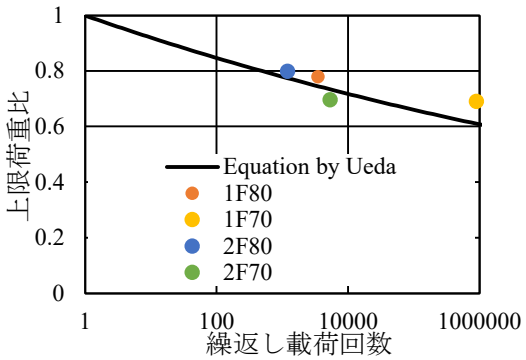

図 3　S-N 図

表 4　疲労試験結果

名称	上限荷重比	せん断疲労寿命	
		実験値	予測値 [2]
1F80	0.80	3,462	1,072
1F70	0.78	886,045	30,709
2F80	0.70	1,193	515
2F70	0.69	5,280	23,827

4．まとめ

本研究によって，GP コンクリートは OPC コンクリートと同等かそれ以上のせん断疲労耐性を持つ可能性が示された．

参考文献

1) 太田周ほか：ジオポリマーモルタルと鉄筋の付着特性に関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.38, No.1, 2016
2) 上田多門ほか：せん断補強筋のないはりのせん断疲労強度，コンクリート工学論文集，Vol. 20, No.9, 1982
3) 平塚慶達ほか：乾燥収縮過程が RC 床板の疲労寿命に及ぼす影響，土木学会論文集 E2(材料・コンクリート構造)，Vol.72, No.4, 2016

© Japan Society of Civil Engineers