

B-71

高速載荷及び衝撃載荷を受けるコンクリートのひずみ速度依存性に関する研究
その 5 試験結果

Study on Effects of Strain Rate on Concrete under High Speed and Impact Loading
Part5 Results of the Test

○石渡晶悟¹, 横瀬秀行¹, 小川翔平², 白井孝治³, 南波宏介³,
川口昇平⁴, 小川勤⁵, 中西三和⁶, 安達洋⁶, 北嶋圭二⁶
Syogo Ishiwata¹, Hideyuki Yokose¹, Shohei Ogawa², Koji Shirai³, Kosuke Nanba³,
Shohei Kawaguchi⁴, Tsutomu Ogawa⁵, Mitsukazu Nakanisi⁶, Hiromi Adachi⁶, Keji Kitajima⁶

This paper shows an examination result for investigating the effects of strain rate on the concrete under high-speed Loading and Impact Loading.

1. はじめに

前報(その4)では試験概要を示した。本報では試験結果について示す。

2. 試験結果

2.1 応力-ひずみ関係

Fig.1 に各配合, 各養生条件における応力-ひずみ関係を示す。配合 L の加熱養生を除き, いずれのケースにおいてもひずみ速度の増加に伴い初期勾配がわずかに高くなり, その後の勾配の低下も緩やかで最大圧縮応力は高くなる傾向がみられる。また, 衝撃レベルのひずみ速度において, 最

大圧縮応力時のひずみが, 静的及び地震動レベルのひずみ速度の結果より大きな値を示した。

2.2 破壊性状

Fig.2 に各ひずみ速度における代表的な破壊性状を示す。高速載荷試験及び衝撃載荷試験を行った試験体では, いずれのひずみ速度においても試験体端部から中心に向け砂時計型に破壊する傾向がみられた。また, ひずみ速度の増加に伴い試験体片が細かく飛散し, 地震動レベルにおいては試験体破壊面が直線的であるのに対し, 衝撃レベルでは緩やかな弧状が残される傾向を示した。衝撃載荷試験では,

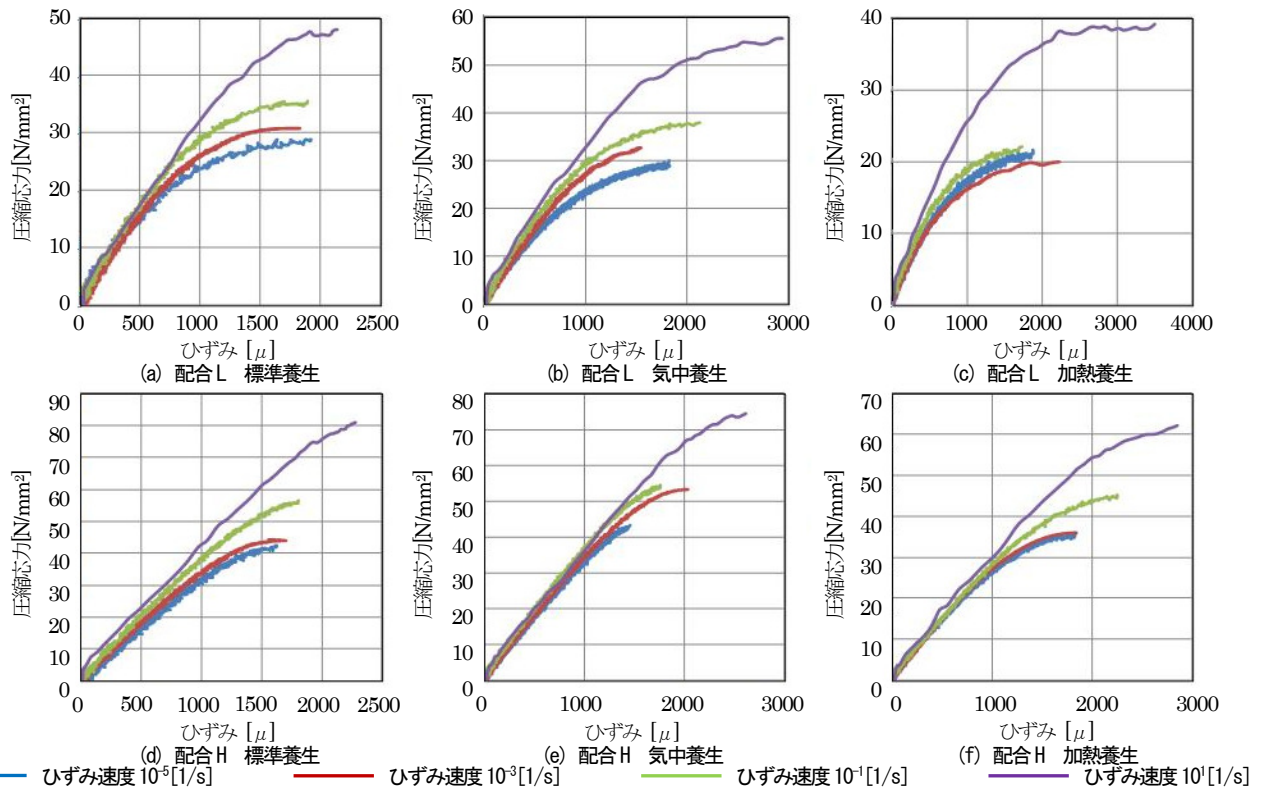


Figure.1 Stress-strain curve in each mixing

1 : 日本大学・院・海建 Graduate Student,Nihon Univ. 2 : 日本大学・学部・海建 Student,Nihon Univ.
3 : 一般財団法人電力中央研究所 Central Research Institute of Electric Power Industry 4 : 株式会社奥村組 Okumura Corporation
5 : 日本原子力発電株式会社 The Japan Atomic Power Company 6 : 日本大学・教員・海建 Pro.Nihon Univ.Dr Eng

ハイスピードカメラを用いてひび割れが試験体上下端部から生じ、破壊することを確認した。

2. 3 最大圧縮応力のひずみ速度依存性

Fig.3 に最大圧縮応力-ひずみ速度関係, Fig.4 に強度上昇比-ひずみ速度関係を示す。Fig.4 より、配合、養生条件によって異なる増加傾向を示した。配合 L・加熱養生試験体を除き、いずれのケースにおいて圧縮応力の増加傾向は地震動レベルではひずみ速度の増加に伴い緩やかに増加し、衝撃レベルでは急激な増加を示した。しかし、配合 H・気中養生試験体は衝撃レベルにおいても緩やかな増加傾向を示した。一方、配合 L・加熱養生試験体は地震動レベルでは圧縮応力が一度減少した後、緩やかに上昇し、衝撃レベルで急激に増加する傾向を示した。

2. 4 初期弾性係数

Fig.5 に初期弾性係数-ひずみ速度関係, Fig.6 に初期弾性係数上昇比-ひずみ速度関係を示す。Fig.6 より、試験結果にはばらつきがあるものの、標準養生ではひずみ速度 $10^5 \sim 10^3$ [1/s] では増加傾向が見られなかったが、ひずみ速度 $10^3 \sim 10^1$ [1/s] にかけて緩やかに上昇した。配合 L・気中養生試験体では地震動レベルにおいて、ひずみ速度の増加に伴い増加傾向を示したが、衝撃レベルでは減少した。配合 H・気中養生、加熱養生試験体ではひずみ速度 $10^5 \sim 10^3$ [1/s] で減少し、ひずみ速度 $10^3 \sim 10^1$ [1/s] の範囲においては緩やかな増加傾向を示した。配合 L・加熱養生試験体はひずみ速度の増加に伴い緩やかに増加し、衝撃レベルでは急激な増加傾向を示した。

3. まとめ

以上、本研究(その 3, 4, 5)では、広範囲のひずみ速度のデータ取得を目的とし、事前解析をもとに、打撃棒 1.5[m] の SHPB 法載荷試験装置を作製し、試験体の養生方法をパラメータとしたコンクリートの高速載荷及び衝撃載荷試験を実施することで、以下の知見が得られた。

- ・試験結果と解析結果が概ね整合していることを確認し、打撃棒を 1.0[m] から 1.5[m] にすることで配合 H・標準養生試験体を破壊できる可能性があることを検証した。
- ・SHPB 法載荷試験装置の打撃棒を 1.5[m] にすることで、配合 H・標準養生試験体を破壊でき、各配合・養生条件のデータの取得に成功した。
- ・配合 L・加熱養生試験体を除き、いずれのケースにおいてもひずみ速度の増加に伴い初期勾配がわずかに高くなり、その後の勾配の低下も緩やかで最大圧縮応力は高くなる傾向がみられた。
- ・高速及び衝撃載荷試験を行った試験体では、試験体端部から中心に向け砂時計型に破壊する傾向がみられた。

【謝辞】

非線形構造解析ソフト LS-DYNA の使用方法で株式会社 JSOL の小田穂高氏、また試験を行うにあたって協力をして頂いたエンター電子工業(株)の加藤 政志氏、佐竹 信也氏、北川 禰清氏、カワシマ計測の大塚 仁氏に深く感謝の意を表し、ここに記します。

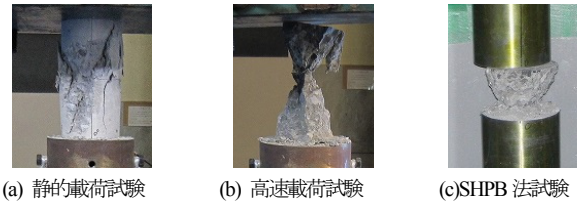


Figure.2 Typical breaking properties

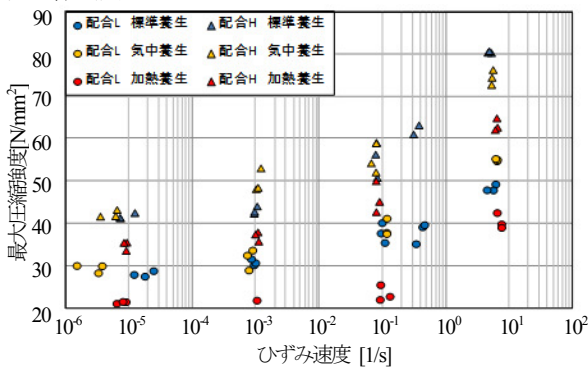


Figure.3 The relation between the maximum compressive stress and strain rate

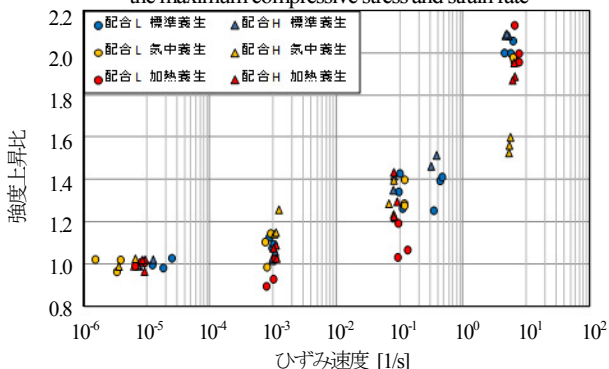


Figure.4 The relation between the Increase in strength ratio and strain rate

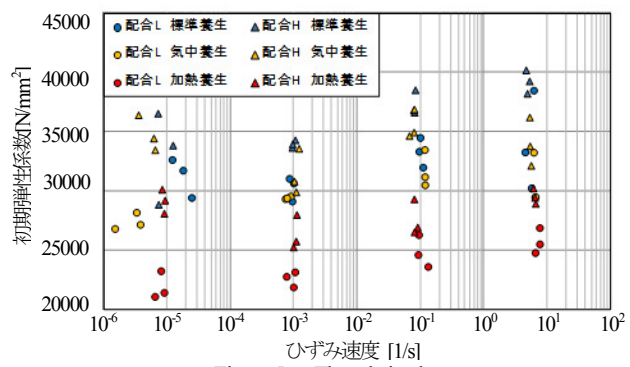


Figure.5 The relation between the initial tangent modulus and strain rate

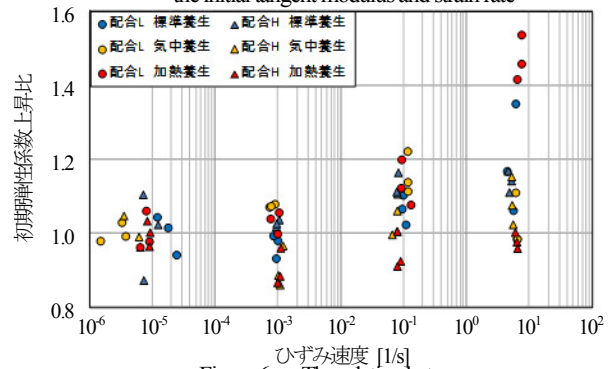


Figure.6 The relation between the Rate of climb initial tangent modulus and strain rate