

凍害劣化した RC 梁の耐衝撃挙動

室蘭工業大学大学院 学生会員 ○勝見 悠太
 (国研) 土木研究所 正会員 水田 真紀
 室蘭工業大学 正会員 栗橋 祐介
 釧路工業高等専門学校 フェロー 岸 徳光

1. はじめに

本研究では、RC 梁の耐衝撃挙動に及ぼすコンクリートの凍害劣化の影響を検討することを目的に、気中凍結水中融解法により凍害劣化させたコンクリートの圧縮試験および RC 梁の漸増繰り返し衝撃実験を行った。

2. 実験概要

2.1 RC 梁試験体の概要

図1には、試験体の概要および超音波伝播速度により評価した相対動弾性係数の分布を示している。本試験に用いた試験体は、断面寸法(幅×高さ)が60mm×100mm、純スパン長が900mmで、上下端鉄筋にD6(SD295)を一本ずつ配筋した複鉄筋RC梁である。なお、本RC梁の設計はコンクリート標準示方書に基づき曲げ破壊型となるように行った。

凍結融解による促進劣化は、気中凍結水中融解法により行った。凍結融解1サイクルは、RC梁中心部の温度が-18℃に低下した後5℃に上昇するまでとし、所要時間は7時間程度である。なお、劣化度はRC梁の各点における

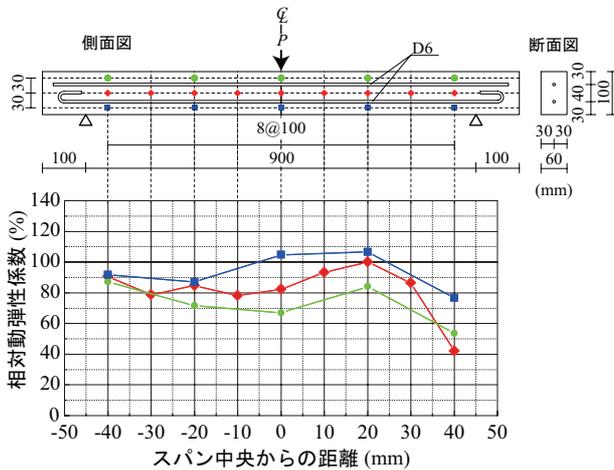


図1 試験体概要および相対動弾性係数分布

超音波伝播速度を測定し、相対動弾性係数を求めて評価することとした(図1参照)。

また、コンクリートの圧縮強度および静弾性係数は、実験に使用したRC梁と同様の環境で凍結融解を受けたRC梁からコアを抜き、採取した円柱供試体を用いて圧縮強度試験により評価した。円柱供試体の直径および高さは、それぞれ25mmおよび60mmである。

2.2 RC 梁の載荷実験の概要

表1には、本実験で用いたRC梁の試験体一覧を示している。試験体は健全なN試験体、凍害劣化させたD試験体の2種類である。

衝撃荷重載荷実験は、質量20kg、先端直径60mmの鋼製重錘を所定の高さから梁のスパン中央部に自由落下させて行った。試験体の両支点部は回転を許容し、浮き上がりを拘束するピン支持に近い構造となっている。

載荷方法は初期および増分落下高さを100mmとする漸増繰り返し載荷法とした。RC梁の終局は、既往の研究を参考に累積残留変位が純スパンの2%(18mm)に達した時点と定義した。なお、D試験体はH=500mm、N試験体はH=600mmにおいて終局状態に至ったため実験を

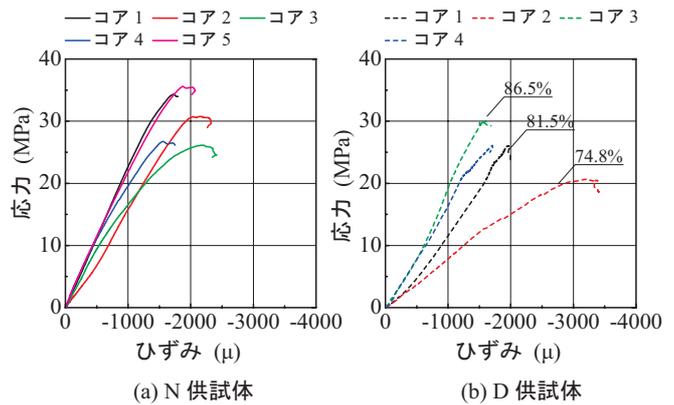


図2 コンクリートコアの圧縮応力-ひずみ関係

表1 試験体一覧

試験体名	相対動弾性係数 (%)	コンクリート圧縮強度 (MPa)	主鉄筋降伏強度 (MPa)	静弾性係数 (GPa)	計算曲げ耐力 (kN)	計算せん断耐力 (kN)	せん断余裕度	破壊形式
N	100	30.7	335	20.5	4.1	7.18	1.75	曲げ破壊型
D	81.3	25.7		10.3	3.9	6.76	1.73	

キーワード：RC 梁，凍結融解作用，衝撃荷重載荷実験，ひび割れ性状

連絡先：〒050-8585 室蘭工業大学大学院 くらし環境系領域 社会基盤ユニット TEL/FAX 0143-46-5228

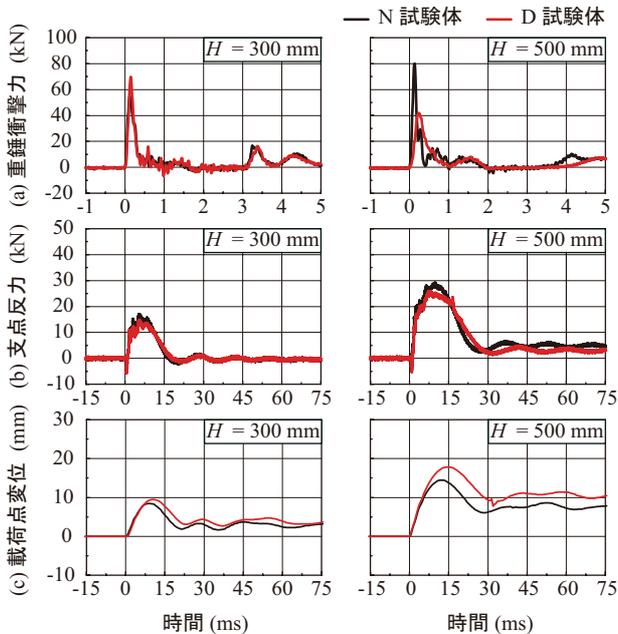


図3 各種応答波形一覧

終了した。

計測項目は、重錘衝撃力、支点反力および載荷点変位である。また、各載荷ステップおよび実験終了後における試験体のひび割れ性状を観察し記録している。

3. 実験結果

3.1 コンクリート試験結果

図2には、NおよびD試験体に関するコンクリートコアの圧縮応力-ひずみ曲線を示している。図中の数値は供試体の相対動弾性係数を示している。また、表1には、圧縮強度試験の結果を平均値で示している。表より、凍害劣化の影響を受けると圧縮強度および弾性係数が低下することが分かる。また、圧縮応力-ひずみ曲線のばらつきはD試験体の方がより大きい傾向にある。これは採取したコアが小径であることに加え、劣化度が均一でないことも影響しているものと推察される。

3.2 各種応答波形

図3には、各種応答波形一覧を落下高さ $H = 300$ mm, 500 mm の場合について示している。図3(a)より、重錘衝撃力波形は $H = 300$ mm の場合では、劣化の有無によらず類似の波形性状を示すものの、 $H = 500$ mm の場合ではD試験体の最大振幅はN試験体の場合の50%程度であることが分かる。図3(b)より、支点反力波形の最大振幅および主波動の継続時間は、落下高さ H に対応して増加していることが分かる。また、 H によらずD試験体の最大振幅はN試験体の場合より小さい。

図3(c)より、載荷点変位波形は振幅の大きい正弦半波が励起した後、減衰自由振動状態に至っていることが分かる。また、落下高さ H に対応して、最大振幅は大きくなり、かつ主波動の継続時間は長くなっていることが分

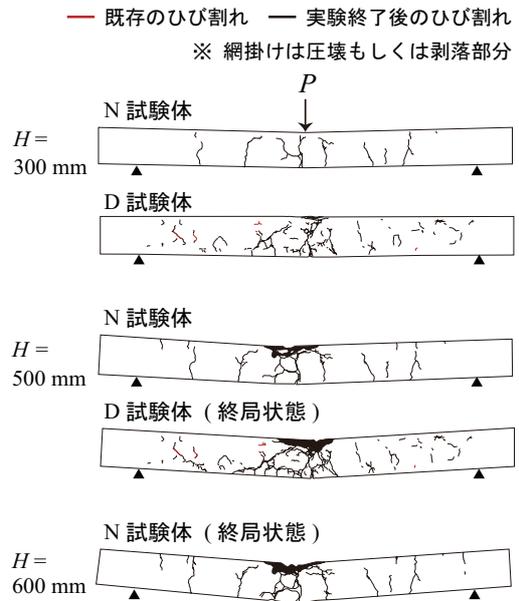


図4 ひび割れ分布性状

かる。なお、最大振幅はD試験体の方が大きい。これはD試験体の曲げ剛性の低下や後述する斜めひび割れ等の影響によるものと推察される。

3.3 ひび割れ分布性状

図4には、NおよびD試験体のひび割れ分布性状を落下高さ $H = 300$ mm, 500 mm, 600 mm の場合について示している。なお、前述のとおりD試験体は $H = 500$ mm, N試験体は $H = 600$ mm において終局状態に至っている。

図より、 $H = 300$ mm の実験終了後はNおよびD試験体共にスパン中央部に曲げひび割れが発生していることが分かる。しかしながら、D試験体の場合には曲げひび割れのみならず斜めひび割れも発生し、かつ、梁全域には微細なひび割れが多数発生している。これは凍結融解作用により相対動弾性係数が低下した箇所において、斜めひび割れが発生するとともに内在していたひび割れが顕在化したことによるものと考えられる。

また、 $H = 500$ mm の実験終了後はNおよびD試験体共に上縁コンクリートの圧壊が見受けられるが、圧壊の範囲はD試験体の場合の方がN試験体よりも広く、顕著であり、斜めひび割れが大きく開口していることが分かる。

このことから、D試験体はN試験体よりも小さな入力エネルギーで上縁コンクリートの圧壊や斜めひび割れが発生して終局に至ることが明らかになった。

4. まとめ

- 1) 凍結融解作用により、コンクリートの圧縮強度や弾性係数が低下する。また、衝撃荷重を受けるRC梁の応答変位が増大する。
- 2) 凍害劣化したRC梁は、健全なRC梁に比較して小さな入力エネルギーにおいて上縁コンクリートの剥落や斜めひび割れが顕在化する傾向にある。