

アルカリ骨材反応が生じたコンクリートの強度特性に関する実験的研究

(財) 鉄道総合技術研究所 ○正会員 黒川浩嗣 正会員 谷村幸裕 正会員 岡本 大 正会員 仁平達也

1. はじめに

アルカリ骨材反応(以下, ASR)により劣化が生じたコンクリートの圧縮強度やヤング係数等の強度特性は、健全なものとは比べて変化することが知られている¹⁾。本研究では、促進養生によりアルカリ骨材反応の劣化を促進させたディーブビーム(以下, 梁試験体)からコンクリートコアを採取し、配筋の相違が強度特性に及ぼす影響について検討を行った。

2. 試験体概要

2. 1 コア試験体の採取方法

本研究では、図-1に示すせん断スパン比 1.5 の梁試験体からφ100×200mmのコアの採取を行った。コアは、梁試験体に静的荷重試験を実施し、せん断破壊させた後に、荷重によるひび割れを避けて採取した。表-1にコアを採取した梁試験体の諸元を示す。梁試験体は、図-1に示すように、せん断補強鉄筋の有無および無筋梁試験体の3種類とした。また、せん断補強鉄筋を有する試験体については、健全なせん断補強鉄筋と曲げ加工部で人工的に破断させたせん断補強鉄筋を配置したもの2種類とした。これらを用いて、軸方向鉄筋およびせん断補強鉄筋の有無による鉄筋の拘束が強度特性に及ぼす影響を検討した。なお、No.1~6のコアは、荷重試験を行っていない無筋梁試験体から採取した。

コアの採取方向は、梁試験体の側面および妻部から水平方向、上面から鉛直方向の3方向とした。

2. 2 劣化状況

梁試験体の劣化状況は、表-1に示すように、側面の最大ひび割れ幅とひび割れ密度で示した。ひび割れ密

度は、梁試験体側面に 100mm 間隔のメッシュを描き、メッシュと交差する 0.1mm 以上のひび割れ本数をメッシュの延長で割った値(本/m)として求めた。

表-1に示すように、最大ひび割れ幅は、無筋試験体が最も大きく、健全なせん断補強鉄筋を配置したものが最も小さかった。

2. 3 コンクリートの配合

コアの採取を行った梁試験体に用いたコンクリートの配合を表-2に示す。反応性骨材としては、既往の研究²⁾を参考にして、全粗骨材量の 60%を反応性粗骨材とした。使用した反応性骨材は、骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(化学法)による測定の結果、溶解シリカ量 732mmol/l, アルカリ濃度減少量 172mmol/l で、無害でないと判定された安山岩である。また、アルカリ量は等価 Na₂O 量がセメント量の 2%となるように、添加アルカリとして練り混ぜ水に混入した。

3. 圧縮強度試験

3. 1 配筋による強度特性の違い

梁試験体の配筋の違いによるコアの圧縮強度とヤン

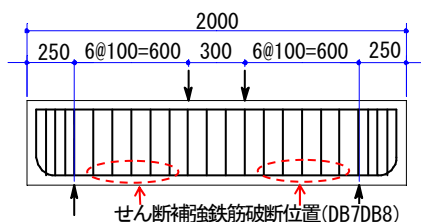
表-1 コアの採取元梁試験体

コア No.	採取元梁試験体 No.	せん断補強鉄筋比	最大ひび割れ幅 (mm)	ひび割れ密度 (本/m)
1-6	DB 無筋 ^{※1}	無し	0.8	測定無
7-9	DB2 ^{※2}	無し	0.4	3.53
10-15	DB3	無し	0.65	3.26
16-17	DB4	無し	0.45	4.02
18	DB5	無し	0.5	3.53
19-23	DB6	0.48% (健全)	0.2	1.52
24-26	DB7	0.48% (破断)	0.4	2.83
27	DB8	0.48% (破断)	0.4	3.91

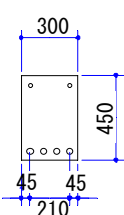
※1: 無筋梁試験体 ※2: 促進養生期間が3ヶ月短い

表-2 コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	W/C (%)	水セメント比 (%)	s/a (%)	添加アルカリ%		単位量 (kg/m ³)					
				NaOH	KOH	C	W	細骨材		粗骨材	
								砕砂	砂	非反応性	反応性
20	55.1	4±1	46.5	1.08	1.48	350	193	405	398	362	556



(a) せん断補強鉄筋有り



(b) せん断補強鉄筋無し

図-1 コアの採取元梁試験体配筋図

軸方向引張鉄筋: SD490-D29
 $\sigma_{sy}=524\text{N/mm}^2$, $E_s=201\text{kN/mm}^2$
 軸方向圧縮鉄筋: SD490-D16
 $\sigma_{sy}=548\text{N/mm}^2$, $E_s=191\text{kN/mm}^2$
 せん断補強鉄筋: SD345-D10
 $\sigma_{sy}=404\text{N/mm}^2$, $E_s=196\text{kN/mm}^2$

(単位: mm)

キーワード アルカリ骨材反応, 圧縮強度, ヤング係数, コア試験体

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財) 鉄道総合技術研究所 コンクリート構造 TEL042-573-7281

グ係数の関係を図-2に示す。ASRにより劣化した梁試験体から採取したコアの圧縮強度とヤング係数の関係は、すべてコンクリート標準示方書³⁾に示されている値より小さくなった。また、図-3に梁試験体妻部から水平方向に採取したコアの圧縮強度とヤング係数を示す。鉄筋有りの梁試験体妻部から採取したコアは、無筋梁試験体から採取したコアより、圧縮強度およびヤング係数とも大きくなる傾向が確認された。この理由のひとつとして、端部の支点付近は軸方向鉄筋の定着部のため鉄筋量が多く、劣化の進展が抑えられたことがあると考えられる。

3. 2 コアの採取位置による強度特性の違い

コアの採取位置の違いによる強度特性を図-4, 5に示す。ここで、無筋梁試験体はせん断補強鉄筋無しとし、鉄筋を有する梁試験体の妻部から採取したコアは補強鉄筋があるため、せん断補強鉄筋有りとしている。

図-4に示すように、上縁側から採取したコアの圧縮強度は、せん断補強鉄筋有りの梁試験体から採取した方が大きい傾向となった。これは、せん断補強鉄筋により劣化の進展が抑えられたためと考えられる。

下縁側から採取したコアについては、せん断補強鉄筋無しの試験体でも圧縮強度が大きいものが存在し、ばらつきがあった。これは、梁試験体の最大ひび割れ幅は試験体上縁側で多く観察され、下縁側の劣化は上縁に比べて進展していなかったためと考えられる。

3. 3 超音波伝播速度と圧縮強度

本実験では、載荷前の梁試験体において超音波伝播速度を測定した。測定は、DB3, 4, 6~8で行った。図-6に結果の例としてDB6梁試験体の側面における超音波伝播速度を示す。梁試験体は上縁側で劣化が進展しており、超音波伝播速度の分布も上縁側の値が小さくなる傾向を示した。

図-7にはコアの圧縮強度と採取位置直近の超音波伝播速度の関係を示す。図-7に示す

ように、超音波伝播速度は3800~4400m/sの範囲であり、文献4)ではコンクリートの品質はすべて「良」と判

定される。本実験では、超音波伝播速度が小さくなると、圧縮強度が小さくなる傾向が確認され、圧縮強度は最大17N/mm²の差となった。

4. まとめ

本検討の範囲で得られた結果を以下にまとめる。

- (1) ASRにより劣化したコンクリートについて、鉄筋の拘束のある方が強度特性の低下は小さい傾向となることを確認した。
- (2) 超音波伝播速度の結果から「良」と判定されたものについても、ASRにより劣化したコンクリートでは、圧縮強度やヤング係数の低下が比較的大きい場合があることを確認した。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリートライブラリー124 アルカリ骨材反応対策委員会報告書，丸善，2005年8月
- 2) 高田潤 他：大型供試体によるコンクリート構造物の劣化予測，鉄道総研報告，vol.4, No.9, pp.41-47, 1990年9月
- 3) 土木学会：2002年版コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕，丸善，2002年3月
- 4) 岡田清，六車熙編集：改訂新版コンクリート工学ハンドブック，朝倉書店，pp.520-532, 1981年11月

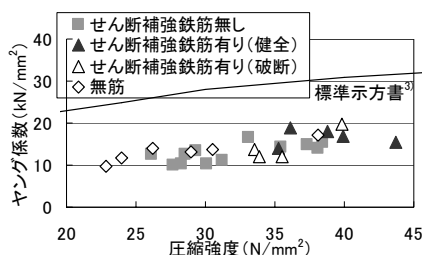


図-2 コアの圧縮強度とヤング係数

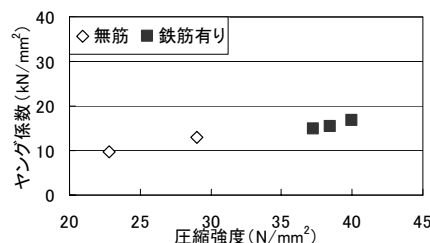


図-3 妻部から採取したコアの強度特性

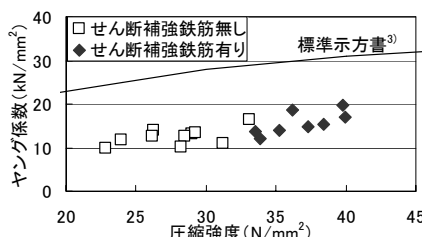


図-4 採取位置別強度特性 (上縁)

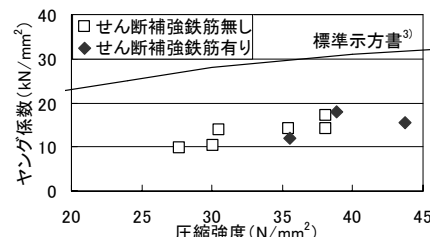


図-5 採取位置別強度特性 (下縁)

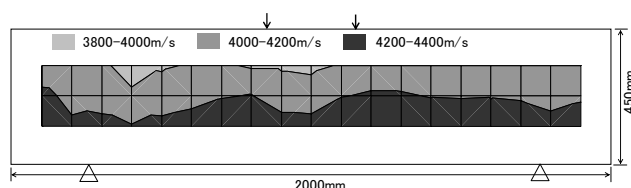


図-6 超音波伝播速度分布 (DB6 梁試験体)

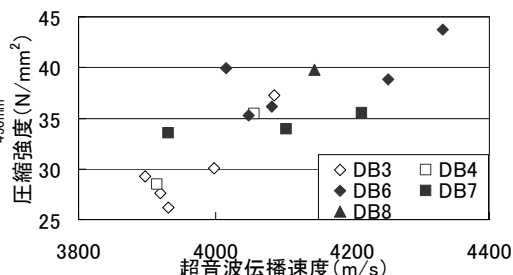


図-7 圧縮強度と超音波伝播速度