珊瑚骨材を使用したステンレス鉄筋コンクリート梁の基本的な力学性状

早稲田大学	フェロー	清宮 理	東亜建設工業	正会員	〇田中	『亮一
東洋建設	フェロー	佐野清史	五洋建設	フェロー	内蕂	医英晴
港湾空港技術研究所	正会員	与那嶺一秀	早稲田大学	正会員	安	同祥

1. まえがき

遠隔離島では、現地での真水、骨材の入手に制約を受けることから、海水と珊瑚由来の石灰岩骨材(以下、 珊瑚骨材)を用いて製造するコンクリートが、経済性の観点から採用されている.筆者らは、これらの材料を 用いた高流動コンクリートを開発し、基本的な諸性状について検討を進めており、無筋コンクリートに適用¹⁾ してきた.また、鉄筋コンクリートに適用する場合には、鋼材腐食の問題に対応するため、ステンレス鉄筋を 使用することを考えている.本稿では、海水と珊瑚骨材を使用したコンクリートとステンレス鉄筋を用いた小 型 RC 梁の載荷試験を実施し、普通骨材を使用したコンクリートとの基本的な力学性状(曲げおよびせん断耐 力)の比較、また曲げひび割れ幅の推定における現行設計法の適用性について検討した.

2. コンクリートの配合と使用材料

珊瑚骨材は、遠隔離島で採取した石灰岩を破砕・分級したものであり、5mm以下を細骨材、5-25mmを粗骨材とした. 表-1 に骨材の物性値を示す. 珊瑚骨材は、写真-1 のように内部に多くの空隙を有しており、普通骨材に比べて微粒分量が多い、吸水率が大きい、粗骨材はもろいなどの特徴を有している. 表-2 に本検討で使用した2種類のコンクリートの配合を示す. SW-CA は海水、珊瑚骨材、高炉セメントB種を用いた配合で、SW-NA は細骨材に大井川水系の陸砂、粗骨材に硬質砂岩砕石を用いた配合とした. なお、混和剤には海水練り用に開発した増粘成分を含む特殊混和剤を使用した. 水セメント比は 45%で一定とし、スランプフロー 600±50mm、空気量 4.5±1.5%となるように、単位水量および混和剤添加量を調整した. 表-2 に管理供試体による梁載荷試験時のコンクリートの力学的性質を合わせて示す.

3. 載荷試験概要

図-1 に試験体の概要を, 表-3 に試験体に用いたス テンレス鉄筋の力学的性 質を示す.本検討では,曲 げとせん断に関する静的 単調載荷試験を行った.試 験体は,曲げ載荷用とせん 断載荷用で各配合 1 体と した.曲げ載荷試験では,

試験体寸法を全長 1.8m, 高さ 0.2m, 幅 0.1m とし,引張鉄筋に D13, 圧 縮鉄筋とせん断補強鉄筋に D6 のス テンレス鉄筋を使用し,せん断補強

表-1 骨材の物性値

then bet-	細情	骨材	粗骨材		
初任	珊瑚	普通	珊瑚	普通	
粗粒率	2.53	2.77	6.14	6.71	
微粒分量(%)	14.8	1.5	3.6	0.1	
実積率(%)	68.1	69.2	62.5	62.8	
表乾密度(g/cm ³)	2.60	2.58	2.40	2.66	
吸水率(%)	3.30	2.34	5.13	0.58	
すりへり減量(%)	—	_	29.4	16.4	
安定性損失率(%)	1.6	0.8	3.3	0.9	
塩化物量(NaCl 換算)(%)	0.043	0.000	0.007	0.000	



表-3 ステンレス鉄筋の力学的性質

記墨	细種	汉	降伏点	引張強さ	伸び
	四四十里	1±.	(N/mm^2)	(N/mm^2)	(%)
引張	SUS410-SD345	D13	420	651	26
圧縮、せん断補強	SUS304-SD345	D6	432	693	53

表-2 コンクリートの配合と力学的性質

山口	W/C	s/a	単位量(kg/m ³)				圧縮強度	静弹性係数	引張強度	曲げ強度			
ac -	(%)	(%)	W	С	S1	S2	G1	G2	SP	(N/mm^2)	(kN/mm^2)	(N/mm^2)	(N/mm^2)
SW-CA	45	50.8	185	411	845		756		C×1.45%	48.8	28.1	3.72	3.61
SW-NA	45	52.0	175	389	-	881	—	838	C×1.0%	42.4	30.0	3.34	4.60
W:海水、C:高炉セメントB種、S1:珊瑚細骨材、S2:普通細骨材、G1:珊瑚粗骨材、G2:普通粗骨材、SP:特殊混和剤(海水練り用開													
発品)													

キーワード 珊瑚骨材,海水,高流動コンクリート,梁載荷試験,耐力,ひび割れ性状 連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学 社会環境工学科 TEL 03-5286-3852

-604



鉄筋の間隔は10cmとした.また,計測項目は載荷重,梁 中央断面の引張鉄筋のひずみ,曲げモーメントー定区間 に設置したパイ型変位計によるそれぞれの開口変位(以 下,曲げひび割れ幅)とした.せん断載荷試験では,試 験体の全長を0.9mとし,その他の諸元は曲げ載荷用試験 体と同様とした.また,計測項目は載荷重,スパン中央 の鉛直変位とした.

4. 載荷試験結果

図-2 に珊瑚骨材を使用した試験体における終局時のひ び割れ状況を示す.曲げ載荷では、ひび割れ間隔が 5~ 10cm で良く分散しており、上縁でのコンクリートの圧壊 で終局を迎えた.また、せん断載荷では、曲げと斜めせん 断ひび割れが分散しており、終局は載荷点付近のコンクリ ートの圧壊であった.なお、普通骨材を使用した試験体に おけるひび割れ性状、終局時のコンクリートの破壊状況は 珊瑚骨材の場合と同様であった.また、図-3 に示すように、せん断 載荷試験による荷重-変位関係はほぼ同じであった.

表-4に曲げおよびせん断耐力に関する計算値と試験値の比較を示 す.計算値は、各種材料の力学的性質に安全係数は考慮せずに求め た.試験値は計算値より大きいものの、従来の計算式で曲げおよび せん断耐力を安全側で算定できると考えられる.

図-4に曲げ載荷試験における引張鉄筋ひずみと曲げひび割れ幅の 関係を示す.曲げひび割れ幅の計測値は,発生したひび割れの位置 等の影響によりばらつきはあるものの,参考文献 2)の式により曲げ

ひび割れ幅を推定できると考えられる. なお,鋼材腐食に対するひび割れ幅の限界値の目安は,0.5mm もしくは 0.005×c(かぶり) mmの小さい方となっている.本検討における引張鉄筋のかぶりは 21mm であるので限 界値は 0.105mm となり,小型試験体では正確な測定が困難であった.

5. まとめ

珊瑚骨材を使用したコンクリートは、普通骨材コンクリートとほぼ同様な曲げおよびせん断に関する力学性 状を有することが確認された.また、既往の耐力計算式で試験結果を安全側に算定でき、珊瑚骨材を使用して も耐力は劣らない試験結果を得た.なお、曲げひび割れ幅に関しては今後の検討課題である.

参考文献 1) 酒井貴洋,山路徹,清宮理:海水および海砂を用いた自己充填型コンクリートの実用化に関する基礎的研究,土 木学会論文集 E2(材料・コンクリート構造) Vol.72, pp.196-213, 2016,7

2) 土木学会:ステンレス鉄筋を用いるコンクリート構造物の設計施工指針(案),コンクリートライブラリー130, pp.7-9, 2011.9



図-3 せん断載荷試験による荷重-変位関係

表-4 計算値と試験値との比較

ШA	曲げ耐力	J(kN∙m)	せん断耐力(kN)		
HC.D.	計算値	試験値	計算値	試験値	
SW-CA	17.0	24.6	63.3	75.6	
SW-NA	16.8	24.6	62.3	71.6	

