

琉球大学学術リポジトリ

沖縄の鉄筋コンクリート構造物の耐久性－現況調査と考察その2－

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学理工学部 公開日: 2013-06-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 具志, 幸昌, Gushi, Yukimasa メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/26275

沖縄の鉄筋コンクリート構造物の耐久性

— 現況調査と考察 その2 —

具 志 幸 昌*

Studies on Durability and Deterioration of Reinforced Concrete Structures in Okinawa

— Investigation of Existing Structures, 2 —

Yukimasa GUSHI

Synopsis

Continued from the previous paper, the results of investigation of the reinforced concrete bridges in Naha-City and Ishigaki-Island are reported in this paper. Some other reinforced concrete structures are also examined. Carbonation tests and Chloride content tests of the samples from existing reinforced concrete structures throughout Okinawa have been carried on. Based on this and the previous site investigations, including the above room test results, the followings are to be mentioned:

1. The deteriorations of reinforced concrete structures in Okinawa-prefecture due to steel bar corrosion are so prevailing, their degrees so serious and their speeds so rapid, that some protective measures must be taken promptly.
2. The great majority of existing bridges in this prefecture has been injured in some degree, and half of them are deteriorated badly.
3. The main cause of the deterioration is salt included in concrete.
4. There are three major origins of the salt above: sand from seashore and sea, mixing water, and direct intrusion of salt water into concrete.
5. Direct intrusion of salt water into concrete after setting is most prominent effect on the salt content and consequently the deterioration of reinforced concrete structure.

1. はじめに

前報においては主として沖縄本島の那覇市を除く全域の鉄筋コンクリート（以下RCと略称）橋の変状について、調査とそれに対する考察を行なった。今回

は、

那覇市内と八重山石垣島の橋について変状調査を行なった結果を報告する。あと沖縄県内には西表・与那国・久米の諸島に若干の橋があることが判っているが、沖縄県下の橋の変状状態や変状傾向は把握できたものとする。さらに主として高らんからであるが、採取した試料片について、中性化試験と塩分定量試験とを

受付：昭和49年4月30日

*琉球大学理工学部土木学科

行なった。これらの結果をもふまえて、沖縄全体のRC構造物（主として橋）の変状について、現況・問題点・対策等について総合的に考察を行なった。沖縄のRC構造物の変状因とか耐久性とかについて判断をくだすには、橋よりもっと広汎に存在しているRC造住宅や校舎等の建築物の調査が必要と考えている。なおこの小文で変状とはRC構造物中の鉄筋の腐食によって生じたコンクリートのひびわれ、脱落等を主として意味するものとする。

2. 調査範囲・件数

今回は沖縄県内で前報までに調査が間に合わなかった地域で橋の多い場所、即ち那覇市内と八重山石垣島

橋や年代不明のもの、調査不能のものを除くと、那覇市内36件、那覇市を除く沖縄本島138件、石垣島32件、合計206橋である。中性化試験・塩分定量試験のために採取した試料は高らん54件、主桁等25件、建築物10棟、その他4件である。その他の内訳は破壊した護岸1件、橋脚2件、床版舗装1件である。

3. 調査項目・方法

上記標題については前報にくわしいので、ここでは名称をあげるだけにする。即ち、

橋名、所在地、幅員とスパン、橋種・形式、架設年月日、立地条件、水面からの高さ、試料採取の有無、粗骨材の種類、調査の難易度、高らんと主要構造物との変状等級、変状についての簡単な叙述とスケッチ、写真数葉等である。

採取した試料については中性化試験と塩分定量試験とを行なったが、その方法については前報を参照してほしい。ただ主要構造物の変状等級については幾分か変更したので述べておく。那覇市内の橋には施工不良のためと推定できる局所的なコンクリートの脱落がやや目立ったが、それが2、3ヶ所の時には変状等級Cに分類し、多い場合やひどい時はBとした。従来の分類基準はそのままである。例を写真-1、2に示す。

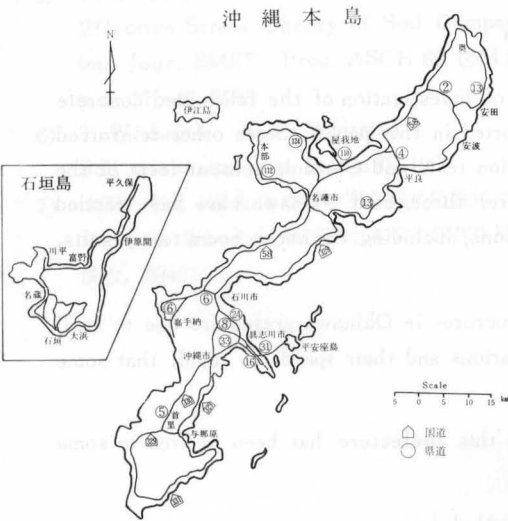


図1 調査範囲・路線

の橋の変状調査を主として行なった（図-1の路線参照）。前節でも述べた様に他にも未調査の区域は若干残っているが、沖縄県内のRC橋の耐久性について判断をくだすには差支えはないと思っている。他に沖縄本島の本部半島で若干の橋の調査を行なった。調査期間は1973年後半である。今回の調査件数は那覇市内47件、石垣島44件、本部半島9件である。前回のを合わせると、那覇市内50件、那覇市を除く沖縄本島全域159件、石垣島44件、合計253件である。その中で、鋼

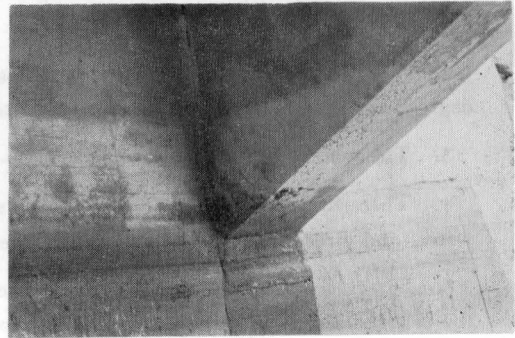


写真-1 甲振橋、(那覇市) 1959年, "C"

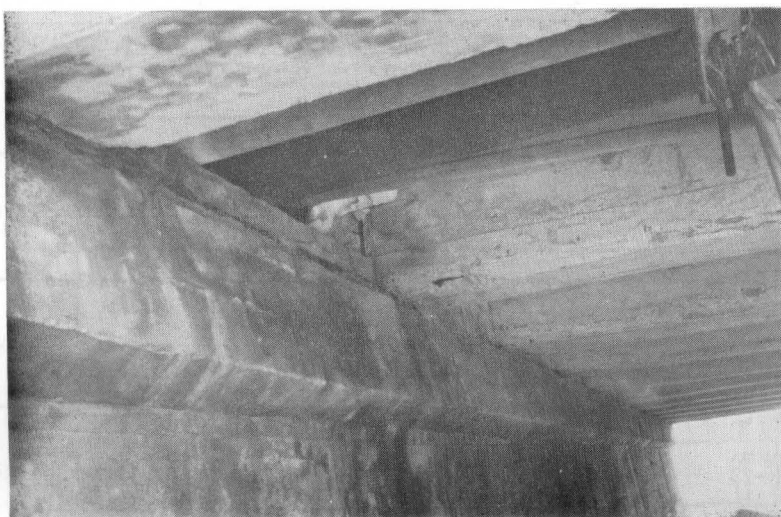


写真-2 蔡温橋，（那覇市）1954年，“C”

4. 調査結果

RC橋を年代・立地条件・変状等級で分類した結果を表-1、表-2、表-3、表-4に示す。夫々、那覇市内、石垣島、沖縄本島（那覇市を除く）、沖縄県

全体に対応するものである。表-5は個々の橋の調査項目の中で、重要なものについての結果の一覧表である。前報¹⁾のTable-1の続きであり、番号も前号からの通し番号である。

表-1 年代と立地条件とによって分類した那覇市の橋の変状等級

架設年	立地条件	総数	変状等級により分類した橋の数				
			A	B	C	D	E
1971~73	イ	0	0	0	0	0	0
	ロ	1	0	0	0	1	0
	ハ	1	0	0	0	0	1
	計	2	0	0	0	1	1
1966~70	イ	0	0	0	0	0	0
	ロ	0	0	0	0	0	0
	ハ	0	0	0	0	0	0
	計	0	0	0	0	0	0
1961~65	イ	0	0	0	0	0	0
	ロ	1	0	0	0	1	0
	ハ	4	1	0	1	1	1
	計	5	1	0	1	2	1
1956~60	イ	0	0	0	0	0	0
	ロ	11	0	3	5	2	1
	ハ	7	1	2	1	0	3
	計	18	1	5	6	2	4
1951~55	イ	0	0	0	0	0	0
	ロ	1	1	0	0	0	0
	ハ	4	0	1	1	1	1
	計	5	1	1	1	1	1
1946~50	イ	0	0	0	0	0	0
	ロ	0	0	0	0	0	0
	ハ	2	0	0	2	0	0
	計	2	0	0	2	0	0
1936~45	イ	0	0	0	0	0	0
	ロ	0	0	0	0	0	0
	ハ	0	0	0	0	0	0
	計	0	0	0	0	0	0

1935以前	イ	0	0	0	0	0	0
	ロ	0	0	0	0	0	0
	ハ	1	1	0	0	0	0
	計	1	1	0	0	0	0
総計		33	4	6	10	6	7

表一 年代と立地条件とによって分類した石垣島の橋の変状等級

架設年	立地条件	総数	変状等級により分類した橋の数				
			A	B	C	D	E
1971~73	イ	1	0	0	0	0	1
	ロ	0	0	0	0	0	0
	ハ	0	0	0	0	0	0
	計	1	0	0	0	0	1
1966~70	イ	1	0	0	0	0	1
	ロ	0	0	0	0	0	0
	ハ	2	0	0	2	0	0
	計	3	0	0	2	0	1
1961~65	イ	3	1	0	1	1	0
	ロ	0	0	0	0	0	0
	ハ	1	0	0	0	0	1
	計	4	1	0	1	1	1
1956~60	イ	2	0	1	0	0	0
	ロ	0	0	0	0	0	0
	ハ	0	1	0	0	0	0
	計	2	1	1	0	0	0
1951~55	イ	7	7	0	0	0	0
	ロ	2	2	0	0	0	0
	ハ	5	1	2	0	2	0
	計	14	10	2	0	2	0
1946~50	イ	1	0	1	0	0	0
	ロ	0	0	0	0	0	0
	ハ	0	0	0	0	0	0
	計	1	0	1	0	0	0
1936~45	イ	0	0	0	0	0	0
	ロ	0	0	0	0	0	0
	ハ	2	1	1	0	0	0
	計	2	1	1	0	0	0
1935以前	イ	0	0	0	0	0	0
	ロ	3	3	0	0	0	0
	ハ	2	1	1	0	0	0
	計	5	4	1	0	0	0
総計		32	17	6	3	3	3

表一3 年代と立地条件とによって分類した沖縄本島（那覇市を除く）の橋の変状等級

架設年	立地条件	総数	変状等級により分類した橋の数				
			A	B	C	D	E
1971~73	イ	11	0	1	0	0	10
	ロ	3	0	1	0	1	1
	ハ	6	0	0	0	0	6
	計	20	0	2	0	1	17
1966~70	イ	3	0	0	1	0	2
	ロ	3	0	0	0	1	2
	ハ	7	0	0	0	1	6
	計	13	0	0	1	2	10
1961~65	イ	16	2	4	4	1	5
	ロ	6	0	1	0	1	4
	ハ	14	0	1	2	0	11
	計	36	2	6	6	2	20
1956~60	イ	8	5	2	0	0	1
	ロ	4	2	1	0	1	0
	ハ	8	1	2	0	1	4
	計	20	8	5	0	2	5
1951~55	イ	13	7	6	0	0	0
	ロ	7	3	3	1	0	0
	ハ	3	0	0	1	1	1
	計	23	10	9	2	1	1
1946~50	イ	0	0	0	0	0	0
	ロ	0	0	0	0	0	0
	ハ	2	1	0	0	0	1
	計	2	1	0	0	0	1
1936~45	イ	6	6	0	0	0	0
	ロ	1	1	0	0	0	0
	ハ	0	0	0	0	0	0
	計	7	7	0	0	0	0
1935以前	イ	12	12	0	0	0	0
	ロ	4	4	0	0	0	0
	ハ	4	4	0	0	0	0
	計	20	20	0	0	0	0
総計		141	48	22	9	8	54

中性化試験の結果は高らん、主桁等（柱、スラブをも含む）、建築物にわけて表一6に示してある。内部の鉄筋にまで中性化がおよんでいるか否かを分類の基準にえらんである。年代と中性化深さとの間に特別な関係は見出せなかったが、これは当然で、個々の構造物のコンクリートの品質が違出し、施工程度や位置している環境もことなる。また試料は変状を呈しているものから採取してあるが、そのひびわれから中性化が

進行し、表面からのと合体することもあるからである。事実それを裏書きする様な例もみつがっている。中性化深さの最大のものは主桁等からの試料25例中では戦前のもので4.5cm、戦後のもので2.5cmであり、いずれも鉄筋にまで達していたが、同時に含塩量も非常に多かった。建築物（取りこわし中のものから7棟15件、変状を呈していたものから3件）では軒先部で最高4.1cm、スラブで3.5cmでいずれも鉄筋に迄中性化が及

表一4 年代と立地条件とによって分類した沖縄県全域の橋の変状等級

架設年	立地条件	総数	変状等級により分類した橋の数				
			A	B	C	D	E
1971～73	イ	12	0	1	0	0	11
	ロ	4	0	1	0	2	1
	ハ	7	0	0	0	0	7
	計	23	0	2	0	2	17
1966～70	イ	4	0	0	1	0	3
	ロ	3	0	0	0	1	2
	ハ	9	0	0	2	1	6
	計	16	0	0	3	2	11
1961～65	イ	19	3	4	5	2	5
	ロ	7	0	1	0	2	4
	ハ	19	1	1	3	1	13
	計	45	4	6	8	5	22
1956～60	イ	10	6	3	0	0	1
	ロ	15	2	4	5	3	1
	ハ	15	2	4	1	1	7
	計	40	10	11	6	4	9
1951～55	イ	20	14	6	0	0	0
	ロ	10	6	3	1	0	0
	ハ	12	1	3	2	4	1
	計	42	21	12	3	4	1
1946～50	イ	1	0	1	0	0	0
	ロ	0	0	0	0	0	0
	ハ	4	1	0	2	0	1
	計	5	1	1	2	0	1
1936～45	イ	6	6	0	0	0	0
	ロ	1	1	0	0	0	0
	ハ	2	1	1	0	0	0
	計	9	8	0	0	0	0
1935以前	イ	12	12	0	0	0	0
	ロ	7	7	0	0	0	0
	ハ	7	6	1	0	0	0
	計	26	25	1	0	0	0
総計		206	71	34	22	17	64

表一六 中性化の分類と件数

中性化の程度	件数				建築物
	けた, 柱, スラブ		高らん		
	戦前	戦後	戦前	戦後	
鉄筋にまで達していたもの	5	6	5	30	5
鉄筋にまで達していないもの	4	7	8	10	13
不明	0	3	0	1	0
計	25		54		18

表一七 含塩量の分類と件数

	塩分	件数				高らん	建築物
		けた (柱, スラブを含む)					
		合計	戦前	戦後			
(1)	0.008%以下	0	0	0	7	0	
(2)	0.008~0.15%	9	2	7	31	13	
(3)	0.15%以上	16	13	3	16	3	
	総計	25			52	16	
(4)	1.0%以上	表面部	1	1	0	0	0
		ひびわれ部	10	9	1	2	0
(5)	ひびわれ部から表面へと漸減しているもの	14	11	3	13	1	
(6)	表面から内部へと漸減しているもの	2	1	1	0	0	

んでいた。前者は鉄筋に断面欠損が軒先だけでなく柱にもみられた。他は中性化は進行しておらず、殆どモルタル層でとどまっていた。高らんは54件中、30例も鉄筋にまで中性化領域が及んでいたが、これは当然で、配筋不良のためかぶりが極端にうすく1cmに達しないものが殆どであったからである。同様な傾向は試料採取はしなかったが、変状等級Dの橋や、建築物軒裏雨返し部にも多くみられた。高らんの中性化深さは最大2.7cmに達するものがあったが、大半は1cm以下で試料の厚さそのものが大体その程度のものである。

塩分定量試験は現在続行中であるので最終結果は次

報にまわすが、今迄に判明した結果をまとめると表一七の様になる。但し、表一七の(1), (2), (3)欄では同一試料で最も塩分の少ない個所のものを採用している。また(4), (5), (6)欄の件数は上欄の件数と重複している。含塩量はコンクリート試料のモルタル部分重量に対する値で、コンクリート全重量に対しては、その値を0.55事至0.60倍すればよい。高らんからの試料が厚さ1cm以下のものが大半なので、他所からの試料も5mm以上の粗骨材は除いて試験してある。表一七の分類基準含塩量0.008%は海砂の許容含塩量0.01%⁽²⁾に対応し、0.008%~0.15%は海砂から由来する塩分程度の含塩量に対応する。それ以上は海砂だけでは対応で

きない含塩量であると一応考えた。この点については疑問もあることと思っている。ひびわれ部から表面へと塩分が漸減している場合はすべて含塩量は0.15%を超過していたことを附記しておく。採取した試料の中で最高の含塩量は2.7%であったが、これは満潮時には常に海水中に没する位置にある破壊した護岸からとったものである。

5. 考 察



写真-3 松川橋, (那覇市) 1934年, “AA”

現在ある橋は年代・変状が確認できたものは36件であるが、1951～65年に全体の81%が架設されている。そのせいか中南部砕石を使用している割合が他地区にくらべて多い³⁾。また那覇は河川が多いが洪水敷がなく、変状調査不能の割合が多い。諸河川の氾濫平野であるので感潮河川が多く、かなり上流まで海水が上ってくるが、橋の上部構にはごく一部を除いて海水の影響はない。これと管理がアメリカ軍や琉球政府でなかったことの影響もでている様である。これらの事が複雑に影響しあって、那覇市を除く沖縄県全体の橋とやや変状傾向を異にする様である。その2、3をあげると、変状等級Cの定義を前報にくらべて拡張しなくてはならなかった(第3節参照)し、その変状等級Cに分類される橋が多いことである。C損傷率(橋の総数に対する変状Cの橋の数の割合)が30%であるが、石垣島と沖縄本島(那覇市内を除く)のC損傷率はわずか7%である。また海水の直探の影響をうけたひどい変状の橋(変状AAクラス)が殆どなかったし、A

5.1 那覇地区のRC構造物

那覇市およびその近郊には泊高橋・真玉橋等独特な石造アーチ橋があったのが今次大戦で破壊し、早い時期に架替えられてしまい、現在首里地区に2橋残存しているにすぎない。戦前からのRC橋は松川橋(昭和9年写真-3)1橋があるのみであり、建築物としては学校建築物が幾つかある。いずれも現在使用中であるが、変状著しく老朽化が進んでいる。

B損傷率も30%と他地区よりずっと小さい。市街部で海岸から相当はなれ、海水の影響が全然考えられない地点で、ひどい変状を呈している橋(写真-4, 5)があり、含塩量が異常に多いことが見出された。その含塩量は0.3%をこえ、海砂から由来するだけでは到底達しえない量であり、混練水に塩水を使ったものと考えている。前報で混練水に感潮河川水を使用したのではないかと述べておいたが、この場合は深井戸水使用も考えられる。

ひびわれ部に異常な塩分が検出された橋(写真-6, 7)もあるので、1年に何回か大潮・高潮時に海水が桁まで達する橋もあることが推定できる。特にチリ津波の時は、海岸に近い低地部にある橋桁は殆ど冠水した様である。

建築物については特に目的をもって組織的に調査はしてない。海砂・砕石は最初から使われ、砕石も軟かい中南部砕石が主として使われていた。北部の硬質石灰岩が主流を占めるに至るのは1960年代の後半であ

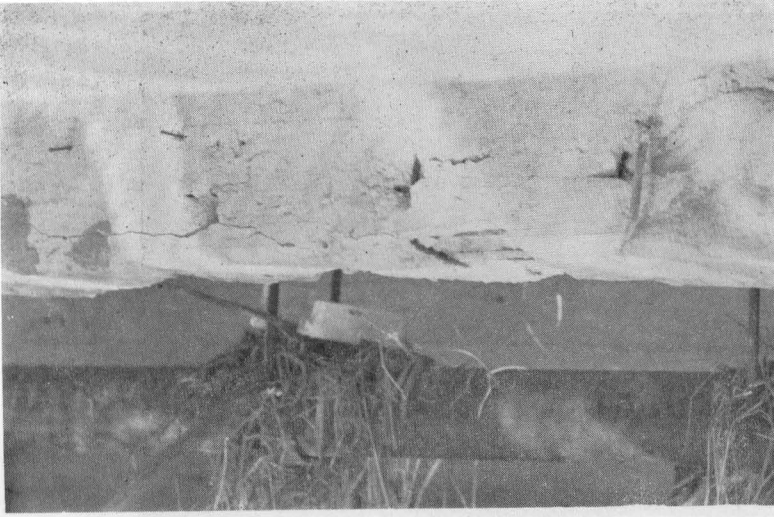


写真-4 大道練兵橋 (那覇市) 1963年 “A”

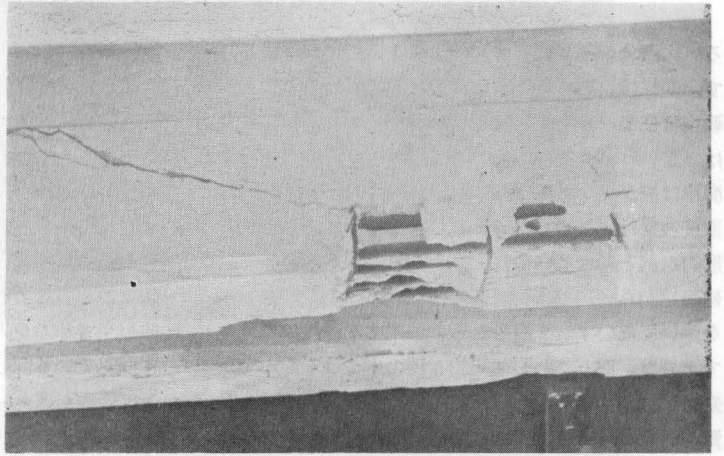


写真-5 大道橋 (那覇市) 1961年 “A”



写真-6 夫婦橋 (那覇市) 1955年 “A”



写真-7 若松橋（那覇市）1956年“B”

る。大部分の建築物は海水の影響を直接にうけておらず、変状は目立っていない。その中で若狭小学校・那覇市営住宅（若狭町）は変状が進んでおり、特に前者はひどい⁴⁾。両者共、海岸部に位置し、若狭町一帯の海岸は波が荒い所で、強風時に越波している所である。直接波又はしぶきをかぶるRC構造物の変状例の典型的な例と考えている。那覇市以外の3件を含めて、建築物からは10棟試料採取を行なった。上市市営住宅を除いてはいずれも海砂からの由来する程度の塩分量であった。取りこわし建築物5棟の中1棟を除いては変状がみられなかった。その1棟はコンクリートの品質が悪いことは視察でもわかり、中性化が鉄筋をこえて進行しており、鉄筋の断面欠損がかなりみられた。中性化は市営住宅と上の例とを除いて進行しておらずモルタル層で殆どとまっていた（いずれも10～18年経過）。モルタル層のないスラブおよび内部に面する梁側面では2.0～3.5cm程度進行していた例があったが鉄筋は発錆していない。建築物の変状としては軒先の裏側の鉄筋の露出・コンクリートの脱落がよくみられる。配筋不良のためかぶりがうすい部分が中性化によって発錆したものとみている。特に水切り凹部によくみられる。施工上は勿論のこと、設計画上の配慮がのぞましい。

5. 2 石垣島のRC橋およびコンクリート事情

那覇市から南へ400kmの所にあり、小島だが沖縄県一の高い山があり、河川も多く、従って橋も多い。橋は殆どRCである。2日間の調査なので不十分である

が、調査結果と考察とを述べることにする。

RC橋の変状の呈し方は沖縄本島（那覇市を除く）とほぼ同じ傾向にある。戦前の橋もかなり残存し現在使用中であるが、変状は著しく進行し、いずれも架替えの時期に達している。海岸に面している橋で戦前のものが見当たらないが、おそらく架替えられてしまったのであろう。年代が確認できた橋の中で1951～1955年架設のものが半数近くであるが、これは当時の米国民政担当者が力を入れたためで、その顕彰碑が橋の近くに残っている。しかしこの当時建設された橋は施工および管理が悪かったせいか、ひどい変状を呈しているのが大半である。石垣島全体のA B損傷率（橋の総数に対する変状等級AおよびBの橋の割合）は23/32=72%で、1965年以前にかぎると、82%に迄達する。沖縄本島（那覇市を除く）での対応値は夫々50%と63%である。

石垣島は小さいが河川が多いので海砂は使っていないと云う話を現地の土木関係者から聞いたが、調査の結果は必ずしもそうっていない。戦前の橋は沖縄本島と同じく、全部天然砂利・砂を使っており、採取試料もそれを裏書きし、含塩量は0.03%程度で少ない。1950年代の橋も天然砂利・砂と云う組み合わせが多かったが、塩分は多いものがあり、海岸砂利・砂の使用が推定できる。砂採取場を1ヶ所視察したが、海岸近くの荒野からとっており、海砂の範ちゅうに入るものと判断した。前記の発言は現在は直接海浜から砂をとっていないと云うべきである。粗骨材は天然砂利の外に沖縄本島の中南部産の石灰岩に似た石灰岩の碎石

も使われている。これは1950年代に多く使用されていた様である。新しい橋には暗青色の石灰岩砕石が使われている。話によると比重2.65位で沖縄本島の2種類の石灰岩砕石の中間位の品質のものらしい。粘土分を多く含んでおり、それが表面の空洞の原因となり易いと云うことであった。舗装用としては砕け易く不適で、最近安山岩の砕石が開発されているらしい。

石垣島は水事情が沖縄本島にくらべてよいせいか、混練水に塩水を使った証処はみつかっていない。含塩量は沖縄本島の橋にくらべて一般に少ない。含塩量の多い橋はいずれも海岸附近に位置している。それにも拘らずA B 損傷率が大きいのは配合と施工との不良を反映しているものと考え。変状例を写真—8—15に示す。



写真-8 平久保橋（石垣島）1957年 “B”



写真-9 名蔵小橋（石垣島1950年 “B”

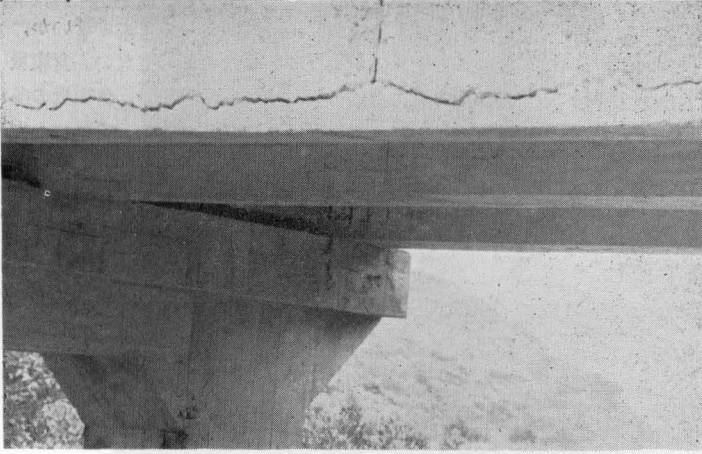


写真-10 西浜橋（石垣島）1955年 “A”



写真-11 河良橋（石垣島）1956年 “AA”

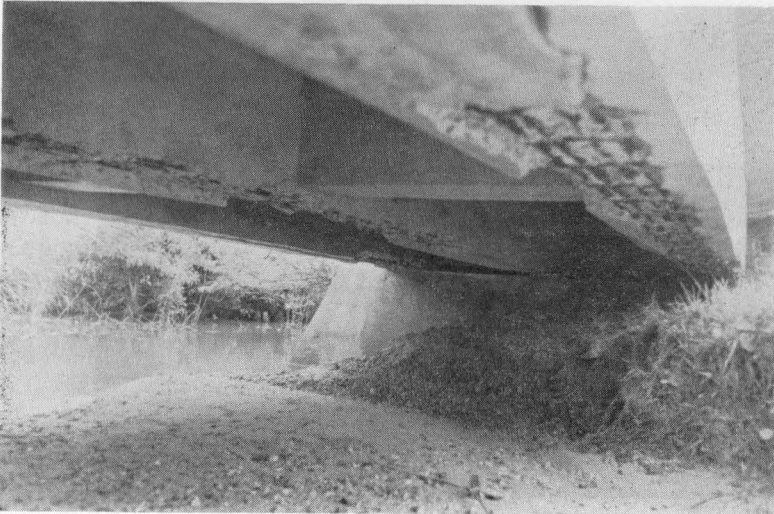


写真-12 高田橋（石垣島）1955年 “AA”

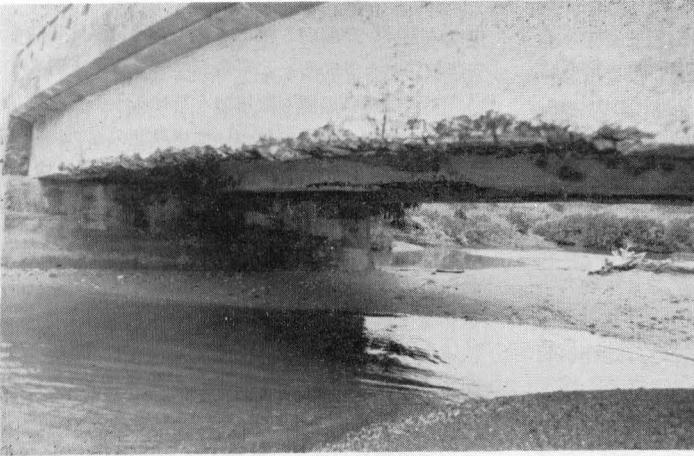


写真-13 崎橋橋（石垣島）1955年 “AA”

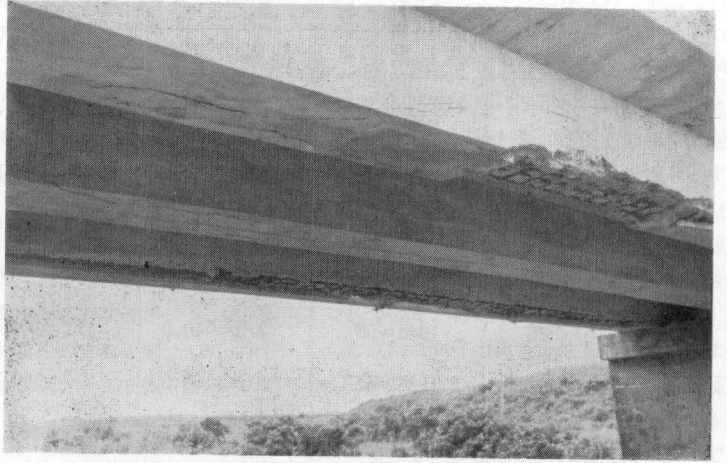


写真-14 神田橋（石垣島）1953年 “AA”



写真-15 三之橋（石垣島）1934年項 “AA”

5. 3 総合的考察

調査範囲が沖縄本島と石垣島のほぼ全域にわたっており、橋の大半がこの2島に集中しているので、沖縄全体の橋についての変状の傾向はつかめたものと思っ
ている。

鉄筋の発錆による変状は沖縄県全域のRC橋にゆきわたっており、その程度はあまりにもひどく筆者は事態を深刻にうけとめている。

変状等級Aの橋は変状が進んでおり、見た目にも不安感を与え、耐力はかなり減少していると考えられ、

中には落橋寸前のものであり（現に落橋事故も過去に数件おきている）、寿命がつきていると考えてよい。変状等級Bの橋も数年のうちにそう言う状態になると考えている（これについては確認のために数年後に再調査を行なう予定）。そう言う意味で変状等級A、Bの橋は架替えの時期がきていると考える。変状等級と年代とが確認できた橋206橋について、AB損傷率を計算してみると $103/206=50\%$ となり、**沖縄のRC橋の半分は架替えの時期に達している**と言うことになる。各時代毎のAB損傷率、ABC損傷率をまとめたのが表-8、9である。戦前の橋つまり材令30年

表-8 A B 損傷率

平均経過年	架設年	沖縄県全体	立地条件イ、ロ	立地条件ハ
5	1966~73	2/39= 5.1	2/23= 8.7	0/6= 0.0
10	1961~65	10/45= 22.2	8/26= 30.8	2/9= 10.5
15	1956~60	21/40= 52.5	15/25= 60.0	6/15= 40.0
20	1951~55	33/42= 78.6	29/30= 96.7	4/12= 33.3
25	1946~50	2/5= 40.0	1/1=100.0	1/4= 25.0
33	1936~45	9/9=100.0	7/7=100.0	2/2=100.0
38以上	1935以前	26/26=100.0	19/19=100.0	7/7=100.0

表-9 ABC 損傷率

平均経過年	架設年	沖縄県全体	立地条件イ、ロ	立地条件ハ
5	1966~73	5/39= 12.8	3/23= 13.1	2/16= 12.5
10	1961~65	18/45= 40.0	13/26= 50.0	5/19= 26.3
15	1956~60	27/40= 67.5	20/25= 80.0	7/15= 46.7
20	1951~55	36/42= 85.7	30/30=100.0	6/12= 50.0
25	1946~50	4/5= 80.0	1/1=100.0	3/4= 75.0
33	1936~45	9/9=100.0	7/7=100.0	2/2=100.0
38以上	1935以前	26/26=100.0	19/19=100.0	7/7=100.0

を経た橋は立地条件に関係なく、すべてひどい変状を呈している。平均材令20年（1951～55年架設）の橋は79%がひどい損傷状態にあり、海岸およびその附近に位置している立地条件イ、ロの橋に限ると、それが97%に達してしまう。海水の影響をうける橋は全体の94%に達し、その寿命が20年と云うことでは、鋼橋より短命と云うことになってしまう。こう云う現状を招来させてしまったのは、四面海にとりかこまれており、海水の影響を常時うけていると云う環境を無視したコンクリートを作ったのが最大の原因であり、海水の直接の影響を受けない立地条件ハの橋でも平均材令20年でABC損傷率50%と云う高率であるのは、強度上はともかく耐久性上好ましくない品質のコンクリートが作られていたことを如実に示している証拠である。ただ1966年以降作られた橋のAB損傷率が表一七に見る様に5%と非常に少ないので、別文⁸⁾にある様にこの時点を境にして、コンクリートの品質が多少上昇したことを反映しているのかも知れない。この点についてはもう少し年月の経過が必要である。

那覇市の変状等級Cの橋が多い事、沖縄全体の変状等級Dの橋、建築物の軒先部の鉄筋の露出とコンクリートのはく離が非常に多い事等は施工の悪さの直接の証拠であり、その他にも施工不良に起因する変状が相当程度観察されている。先にあげた八重山のAB損傷率の高いことも施工および管理の水準の低さを示す間接的な証拠であろう。

今日のひどいRC橋の変状状態を改善するのは良質（水セメント比の小さい、単位水量の少ない）なコンクリートの入念な施工と云うのが第一に必要なのではなからうか。特に水セメント比は耐久性の見地から定めてほしいものである。

次に変状因としてのコンクリートの中性化について述べてみる。前報¹⁾でも述べた様に中性化が橋や建築物の主要部の変状因になっている事はまれである。橋では採取試料25件中11件が鉄筋迄中性化していたが、その中約半分はスターラップ迄と考えられ、あとも別の変状因でひびわれ発生後、中性化が進行していったと考えられるものがあり、変状因が中性化らしいと推定できるのは3件であり、別に1件、高らんの含塩量から、ほぼ中性化が主要な変状因とみられるもの（写真一11）がある。建築物も15件中5件程、中性化領域が鉄筋にまで及んでいるが、1件だけが発錆因となっていると考えている。変状著しいものはいずれもコンクリートが著しく悪いか、かぶりがうすいのが原因で

あると考えている。但し戦前の古い橋2件程は年月のせいかも知れない。高らんや変状等級Dの橋、建築物の軒先等は前にふれた様に中性化が変状因とみなしうる。

次に変状因としてのコンクリート中の塩分である。前報でも指摘した通り、立地条件の差による変状の呈し方の差は表一四より明白であり、海水の塩分の影響は顕著である。主桁等からの試料25件はすべて変状が著しい橋より取材したものであるが、その中9件は海砂に由来する程度の塩分を含んでおり、16件は海砂からだけでは到底考えられない程多量の塩分を含んでいた。その9件の中、2件を除いては、中性化の進行状況や、試料の観察から、コンクリートの品質が悪いことが推定でき、2件を含めて全部海岸又はその近くに位置しており、外部からの海水の滲透が十分考えられる状況にあるので、海砂中の塩分を主犯とは断定しがたい。表一七に示してある様にひびわれ部からコンクリート表面にいくに従い塩分が漸減するもの14件、逆は2件であり、いずれも外部からの塩分の滲透を示す証拠（16件すべて、海砂から由来すると考えられる以上の塩分を含んでいた。）であるが、ひびわれ後外部から滲透する塩分が変状を著しく促進させ、重大化させる原因となっていると考えることができる。

高らんからの試料は54件であるが殆んど塩分を含まない0.008%以下のもの7件、海砂から由来する程度の塩分を含むもの31件、海砂由来以上の塩分を含むものの16件である（表一六）。桁部からの試料にくらべて塩分量は一般に少ない。これは高らんが主桁よりも外部からの塩分が滲透しにくい位置にあることを示すと同時に主桁の変状が海水の塩分の滲透によることを示すものと考えられる。

建築物よりとった試料10棟16件中3件を除いて、いずれも海砂から由来する程度の塩分を含んでおり、3件は海岸に面していた。取りこわし建築物より採取した残り13件は、前に述べたコンクリートの品質が悪くて鉄筋まで中性化していたのを除いて、いずれも鉄筋は健全であった。

- 今迄の論議からわかる様にコンクリート中の塩分は
- ①海砂
 - ②混練水
 - ③打設・硬化後の海水の滲透

の3つの源泉から由来するものである。この中で③は海岸附近のコンクリート構造物に多量の塩分をもちこむ。そして立地条件イ、ロの橋にひどい変状をもたら

す。1951～60年に作られた橋について表-1と表-3とをくらべれば③が致命的であることははっきりとしている。海岸附近の構造物において、コンクリートの質や施工水準を上昇させることは勿論必要なことであるが、それだけで海水の塩分が滲透するのを防ぐことは不可能であり³⁾、⁶⁾、単に発錆の時期をおくらせるだけであろう。別の対策つまり、コンクリートの表面や鉄筋の表面に種々の保護的な塗覆をすることが考えられるが、いろいろ問題があって実験段階であり⁷⁾、⁸⁾、⁹⁾、¹⁰⁾、実際の構造物への実施例はない様である。また発錆抑制剤の使用によって鉄筋を不動態化することは有効である様である⁷⁾、¹¹⁾。沖縄は現在、此等の担置が早急に構せられるべき段階にある。

勿論此等の実施や実際の効果についての研究も同時に行なうべきであるが、その結論をまっぴらに出来ない段階である。①即ち、海砂の塩分による変状であるが、那覇市内の橋は大半が海水の直接の影響がないので、或はこれが海砂中の塩分による変状の状況を表わしているのかも知れない。他の地域にくらべて変状は進行がゆるやかで程度はひどくないが確かに存在する。しかし同時にコンクリートの質と施工とのわるさが指摘される。また那覇市内を始めとする各地の内陸部のRC造建築物の被害は殆ど表面にでてきてない。組織的な変状調査を建築物について行なっていないのであるが、海砂使用による弊害はまだでてないと思っている。海砂の使用による鉄筋の発錆やコンクリートのひびわれ・はく離と云う危険はなくなったわけではなくまだ表面にでていないだけと考えているが、良質のコンクリートを入念に施工し、かぶりに注意すれば、海岸附近を除き、海砂の使用はさ程気にする必要はないのではないか。少くとも10年や15年は大丈夫である。ただし調査を続行すれば（特に変状を呈してないRC構造物のコアボーリング調査が必要であると考えている）、別の考に到達するかも知れないし、年数の経過と共に海砂をそのまま使用することに否定的な考えとなるかも知れない。戦前のRC橋は海岸附近のものも内陸部にあるものも一緒にひどい変状を呈しており（写直-16, 17, 現存の沖縄最古のRC橋）、戦前の建築物も調査不足ではあるが、筆者の知るかぎり変状が進み老朽化している。これらの点からも耐久的なコンクリート構造物を良質なコンクリートの入念な施工によって作り上げることが大切である。またアーチやスラブ橋がほぼ同一の条件下にあるも拘らず、桁橋よりも変状がひどくないのが観察にれたが、前者の

方がひびわれに対する拘束力が強いと同時に、鉄筋量・鉄筋径とかぶり厚さとの関係も変状に強い影響を与えるので¹²⁾、こう云う面の配慮もなされるべきである。

6. むすび

考察の所で私見と共に結論らしき事も述べてしまったので、ここで特に言うことはない。ただコンクリートについての知識や経験の不足から、早まった結論や誤まった意見を述べてしまっているのではないかと危惧している。よろしく御指摘・御教授を乞う次第である。

最後に種々の御配慮をいただいた日本コンクリート会議「海砂に関する調査研究委員会」に深く感謝の意を表します。また石垣島の橋の調査にあたっては、現地の沖縄県八重山土木事務所の所長宮城保信氏を始め所員の方々に大変御世話になりました。感謝致します。

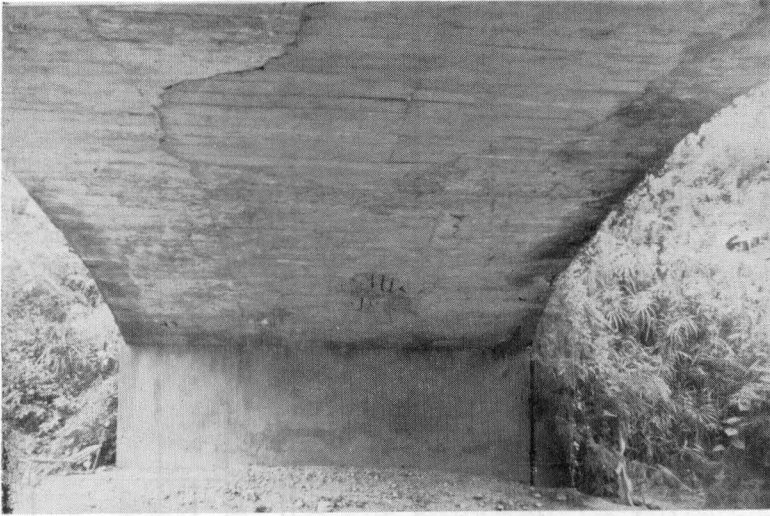


写真-16 呉我山橋（今帰仁村）1923年 沖縄最古のRC橋（アーチ）



写真-17 橋名不詳（今帰仁村）1923年頃 沖縄最古のRC橋（スラブ橋）

参 考 ・ 引 用 文 献

- 1) 具志幸昌：沖縄の鉄筋コンクリート構造物の耐久性—現況調査と考察 その1，琉球大学工学部紀要第7号，pp. 19～61，1974年3月
- 2) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5 鉄筋コンクリート工事，p. 104～111，1966年3月

- 3) 具志幸昌：沖縄のコンクリートの材料・施工の歴史，コンクリートジャーナル，1973年12月号，pp. 33～40，
- 4) 岸谷孝一：沖縄県における鉄筋コンクリート造校舎の腐食調査，日本建築学会 学術講演梗概集，pp. 211～212，1973年10月
- 5) Tyler, I.L. : Concrete in Marine Environments, Symposium on Concrete Construction

- in Aqueous Environments, ACI Publication SP-8, p.2, 1964
- 6) Neville, A M. : Hardened Concrete: Physical and Mechanical Aspects, ACI Monograph No. 6, p.231 1971
- 7) Woods, H. : Durability of Concrete Construction, ACI Monograph No.4, pp. 102~103, 1968
- 8) Biczok, I : Concrete Corrosion and Concrete Protection, p 351, 1964
- 9) 鉄筋コンクリート中の棒鋼の腐食(抄訳), 道路

- 1973年10月号, pp. 99~102
- 10) 樹脂で被覆した鉄筋(抄訳), 道路 1974年1月号, pp. 94~95
- 11) 狩野春一, 他5名: 海砂の鉄筋コンクリート工事への利用に関する研究(その1), 日本建築学会論文報告集54号, pp.21~24, 1956年9月
- 12) Atimtay, E. and P.M. Ferguson : Early Chloride Corrosion of Reinforced Concrete—A Test Report, ACI Journal, Sept., 1973, pp. 606~611

表—5 橋梁調査結果一覧

番号	名称	所在地	橋種	主桁数	架設年月日	立地条件				変状	等級	備考
						水面からの高さ	試料の採取	粗骨材	調査の難易			
154	泉崎橋	那覇市下泉町	Ⅰ型ラーメン 変断面, 斜	9	1958, 7	ア	ア	無	β	③	C	
155	甲振橋	那覇市久茂地町	両端固定 変断面T, 斜	2	1959, 11	イ	採	β	β	①	C	
156	御成橋	那覇市久茂地町	3スパン連続, 変断面T	15	1953, 6	ア	ア	無	γ	③	C	
157	久美橋	那覇市久茂地町	固定アーチ		1959, 7	ア	ア	無	β	③	D	めずらしく同一 代のTけた橋 より変状少な い
158	久茂地橋	那覇市久茂地町	単純Tけた, 変断面		1956, 12	ア	ア	無	β	①	E	

159	160	161	162	163	164	165	166	167
十貫瀬橋	美栄橋	仲良橋	泊高橋	泊橋	中之橋	崇元寺橋	蔡温橋	栄橋
那覇市 牧志町	那覇市 牧志町	那覇市 牧志町	那覇市 高橋町	那覇市 泊2丁目～ 前島2丁目	那覇市 泊2丁目～ 前島1, 2丁目	那覇市 泊1丁目	那覇市 牧志町～安里	那覇市 牧志町～安里
	久茂地川	久茂地川	安里川	安里川	安里川	安里川	安里川	安里川
7.6	10.0	11.0	20.2	10.5	10.0	18.0	16.6	3.71
10.1	13.10	11.6	18.5	24.5	19.5	14.7	10.2	1.6
両端固定, T	単純Tけた, 斜	単純Tけた	単純プレート ガーダー	T型ラーメン 3スパン	連続Tけた 3スパン, 変断面	単純Tけた	単純Tけた	単純Tけた
7	7	7		5	7	11	11	2
1959, 9	1959, 8	1959, 4		1971, 5	1958, 7	1964, 2	1954, 6	1962, 6
(ロ)	(ロ)	(ロ)	(イ)	(イ)	(ロ)	(ロ)	(イ)	(イ)
ア	ア	ア	イ	イ	イ	イ	イ	イ
無	無	無		無	無	無	採	無
β	γ	β		γ	β	γ	β	β
b	b	b	c	c	b	b	c	b
③	③	③		③	①	③	③	③
C	C	D		D	B	D	C	C
	水面から桁ま で 0.8m		鋼橋	側面以外 かん察できな い	スラブ, 橋脚 に損傷		桁のスターラ ップの露出も ある	桁のスターラ ップの露出あ り

168	169	170	171	172	173	174	175	176
ゆたか橋	姫百合橋	安里橋	螢橋	大道練兵橋	大道橋	恵波橋	指帰橋	茶湯崎橋
那覇市 牧志町～安里	那覇市 壺屋町	那覇市 壺屋町～安里	那覇市 安里～大道	那覇市 大道	那覇市 大道～松川	那覇市 松川	那覇市 松川	那覇市 松川
安里川	安里川	安里川	安里川	安里川	安里川	安里川	安里川	安里川北側上流
5.2	9.0	8.6	5.1	9.5～10.3	7.1	4.4	3.9	5.5
10.2	7.3	7.5	7.7	7.0	7.4	5.2	12.3	5.9
単純Tけた 変断面	単純Tけた	単純Tけた	単純Tけた	単純Tけた 斜	両端固定T けた	単純Tけた	単純Tけた	単純Tけた
4	8	6	3		8	3	2	4
1961, 4	1957, 9	1950, 4	1955, 4	1963, 7	1961, 4	1950, 7	1957, 7	1953, 2
(イ)	(イ)	(イ)	(イ)	(イ)	(イ)	(イ)	(イ)	(イ)
イ	イ	イ	イ	イ	イ	イ	イ	ア
無	無	採	無	採	採	採	採	無
β	β	β	β	β	β	α	β	β
b	c	c	c	c	c	b	b	a
③	③	①	③	①	②	①	①	
D	E	C	E	A	A	C	C	D
橋台はめずらしいタイプで施工はわるい判定しにくい変状	高らんは化粧してある	よくみえない変状はもっとひどいかもしれない				琉大松川寮入口	分流点近く高らん中性化進む, 4.0cm	施工わるい

177	178	179	180	181	182	183	184	185
不詳	松川橋	不詳	不詳	三原橋	不詳	第2大石橋	大石橋	不詳
那覇市 松川	那覇市 松川	那覇市 繁多川	那覇市 大道	那覇市 大道	那覇市 大道	那覇市 大道	那覇市 大道～識名	那覇市 若狭3丁目
安里川北側上流	安里川南側上流	安里川南側上流	安里川支流	安里川支流	安里川支流	安里川支流	安里川支流	しおわたり川
4.3	5.2	3.3	6.1	5.7	6.8	3.2	4.0	3.0
5.4	6.7	3.9	4.1	6.6	4.0	5.3	5.0	14.0
単純スラブ	両端固定 ハンチ付き	単純スラブ	単純スラブ	単純スラブ 斜	単純スラブ 斜	単純スラブ 斜	単純スラブ 斜	単純Tけた
	4							2
不明	1934, 6		不明	1959, 2	1957, 2	1963, 5	1959, 1	不明
(イ)	(イ)	(イ)	(イ)	(イ)	(イ)	(イ)	(イ)	(ロ)
ア	イ	イ	ア	ア	イ	イ	イ	ア
無	採	無	無	無	採	採	無	無
β	α	β	β	β	β	β	β	γ
c	a	c	c	a	b	b	b	c
③	③	③		③	①	①	③	パイプ
E	A	E	D	E	B	E	E	E
	高らんは戦後 那覇市唯一の 戦前からの残 存RC橋		料亭とみの家 から入った所	高らん車の衝 突あと	三原給油所の 近く	繁多川入口か ら真和志支所 への道	繁多川入口か ら黒丸宗への 道	若狭公園内

186	187	188	189	190	191	192	193	194
夫婦橋	若松橋	不詳	前島橋	不詳	不詳	三条橋	不詳	中詳
那覇市 松山2丁目	那覇市 前島3丁目～ 松山2丁目	那覇市 久茂地2丁目	那覇市 久茂地2丁目	那覇市 寄宮	那覇市 寄宮	那覇市 寄宮	那覇市 寄宮	那覇市 寄宮
しおわたり川	しおわたり川	しおわたり川	しおわたり川	ガープ川	ガープ川	ガープ川	ガープ川	ガープ川上流
10.6	8.5	25.4	11.6	12.6	3.3	8.7	10.6	5.6
16.8	17.0	10.7	11.1	4.4	8.7	8.1	6.6	5.6
単純Tけた 2連	単純Tけた 2連	単純Tけた	単純Tけた	単純Tけた	単純Tけた	箱型ラーメン	箱型ラーメン	単純スラブ
6	5	14	6	9	2			
1955, 11	1956, 1	不明	1958, 5		不明	不明	不明	不明
(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)
ア	ア	ア	ア	ア	ア	ア	ア	イ
採	採	無	採	無	無	無	無	無
β	β	γ	β	β	γ	γ	γ	β
a	a	c	b	c	c	c	c	c
②	③	③	③		③	③	③	③
A	B	E	B		E			
塩分最大	塩分多い	国道58号上, コンクリート の質よし		姫百合通り神 原小学校前	与儀公園内, 歩道橋	与儀公園内	那覇市民会館 ウラ	寄宮橋近く

195	196	197	198	199	200	201	202	203
寄宮橋	桃原橋	国場橋	上之橋	下之橋	不詳	磯辺橋	宮良橋	轟橋
那覇市寄宮	那覇市寄宮	那覇市国場	那覇市首里赤平～当の蔵～儀保	那覇市首里当の蔵～儀保～桃原	那覇市首里儀保～桃原2丁目	石垣市大浜, 磯辺	石垣市大浜, 宮良	石垣市大浜, 白保
ガープ川上流	ガープ川上流	国場川				石垣～平久保	石垣～平久保	石垣～平久保
10.5	3.5	10.0	6.3	4.1	4.5	6.70	6.0	6.00
6.4	4.7	12.6	5.0	4.8	4.8	19.05	55.7	21.75
単純スラブ	単純スラブ斜	2スパンラーメン	箱型ラーメン	アーチ		両端固定T	3スパンゲルバーT, 変断面	2スパンラーメンハンチ付
		7				4	5	3
不明	1972, 5	1957, 12	1958年頃	1958, 5		1964, 12	1965, 5	1964, 12
(イ)	(イ)	(イ)	(イ)	(イ)	(イ)	(イ)	(イ)	(イ)
イ	ア	イ			イ	イ	イ	イ
無	無	無	無	無	無	採	無	無
β	β	β	β	β	β	γ'	γ'	γ'
c	a	b	c	a	c	b	c	b
③	③	③	③	①	③	①		②
B	E	B			E	D	C	E
与儀～寄宮十字路, 年代はかなり古い1950年代前半か			琉大男子寮より下っていった道	博物館の横を下っていった道		高らんの変状が桁にくらべ進んでいる	そばに旧橋橋台あり	

204	205	206	207	208	209	210	211	212
通路橋	伊野田橋	こんびら橋	田村橋	河良橋	平久保橋	赤下橋	川原橋	小波本橋
石垣市大浜, 桃里牧場	石垣市大浜, 桃里, 伊野田	石垣市, 大浜 桃里, 伊野田	石垣市, 大浜 桃里, 伊野田	石垣市, 大浜 平久保~久宇 良	石垣市, 大浜 平久保~平野	石垣市, 大浜 大浜牧場	石垣市, 大浜 川原	石垣市 登野城
石垣~平久保	石垣~平久保	石垣~平久保	石垣~平久保	石垣~平久保	石垣~平久保	大浜富野線	川原, 平得線	登野城~名蔵
3.90	5.5	4.6	4.60	4.60	4.6	3.72, 4.88		4.26
30.10	6.1	5.5	4.75	18.70	18.3	44.36		6.04
3スパン連続 T	Iビーム桁 RCスラブ	Iビーム桁 RCスラブ	Iビーム桁 RCスラブ, 斜	単純Tけた 2連	単純Tけた 2連	中央単純Tけた, 両端単純 スラブ	3スパンラー メン, T	単純Tけた
3	6		5	3	3		3	4
1951	1956, 5	1955, 6	1955, 6	1956, 7	1957, 10	不明	1967, 3	1937頃
(i)	(i)	(i)	(i)	(i)	(i)	(i)	(i)	(i)
採	採	無	無	採	採	採	無	無
α	α	α	α	β'	α	α	γ'	α
b	b	b	b	b	b	c	c	c
①	②			①	①		③	
AA	鋼			AA	B		C	B
ひびわれ部 塩分多し	腐食はげしい		鋼桁相当腐食	変状程度は沖 繩全体で5指 の中に入る	塩分は八重山 で多い方	2スパンブフ 計6スパン, 橋は戦前 高らん戦後	スパンは30m をこす	高らん変状は 判定しがたい 衝突あと多い

213	214	215	216	217	218	219	220	221
紙屋橋	開南橋	振興橋	長間橋	浦田原橋	元名蔵橋	神田橋	なたつ橋	真喜良橋
石垣市, 大浜平得, 地底	石垣市, 大浜平得, 大保	石垣市, 大浜平得, 大保	石垣市石垣東長間	石垣市名蔵西多良地	石垣市名蔵元名蔵	石垣市名蔵元名蔵	石垣市, 新川平田原	石垣市, 新川真喜良
登野城～名蔵	登野城～名蔵	登野城～名蔵	石垣～浅田	石垣～浅田	石垣～浅田	石垣～浅田	石垣～川平	石垣～川平
5.5	5.5	5.6	4.2	3.8	3.65	3.8	4.9	4.9
18.3	28.0	10.0	11.0	12.2	4.4	27.1	9.2	8.4
単純Tけた2連		単純Tけた	単純Tけた斜	単純Tけた		単純Tけた3連	単純Tけた	単純Tけた
4		4		4		3	4	4
1937, 3	1938, 1	1939, 3	1968, 2	1968, 2		1953, 7	1933, 6	1934年項
(イ)	(イ)	(イ)	(イ)	(イ)		(イ)	(イ)	(ロ)
		イ	イ	イ		イ		ア
採	採	採	採	無	採	採	無	無
α	α	α	γ'	γ'		α	α	α
c	c	c	c	b		c	c	c
①	①		②	②		①		①
A				C		AA	A	A
	相当程度破損していると思われる			よくみえない	再調査必要	ひどい変状		

222	223	224	225	226	227	228	229	230
名蔵小橋	名蔵小橋	名蔵大橋	浅田橋	しーら橋	第2しーら橋	第3しーら橋	高田橋	崎枝橋
石垣市名蔵 神田原	石垣市名蔵 神田原	石垣市 名蔵	石垣市 名蔵しーら原	石垣市, 名蔵 しーら原	石垣市, 名蔵 しーら原	石垣市崎枝 大瀬原	石垣市 高田	石垣市 崎枝
石垣~川平	石垣~川平	石垣~川平	石垣~川平	石垣~川平	石垣~川平	石垣~川平	石垣~川平	石垣~川平
5.8			3.66	3.66	4.75	4.11	3.66	4.57
33.5		96.0	8.72	8.72	10.35	10.80	10.37	9.40
3スパン連続 Tけた		5スパンゲル バー, 変断面	単純Tけた	単純Tけた	単純Tけた	単純Tけた	単純Tけた	単純Tけた
4		2	3	3	3	3	3	3
1950, 12		1963, 5	1955, 2	1955, 2	1955年頃	1955年頃	1955, 10	1955, 10
(i)		(i)	(i)	(i)	(i)	(i)	(i)	(i)
イ			ア				ア	ア
採		採	採	無	無	採	無	無
β'	γ'	α	α	α	α	α	α	α
b	c		c	b		b		b
②	③	①		①	①		①	②
B	E	A		A	A	A	AA	AA
新橋が殆ど完成	未完成 (1973, 10)	3スパンは 1963年に作り 直したと思わ れる	接近できない。 変状は相当な ものと思われ る			大瀬橋の可能 性もあり		

231	232	233	234	235	236	237	238	239
高屋橋	うら橋	下田原橋	仲筋橋	山原橋	荒川橋	太田橋	吹通橋	西浜橋
石垣市川平	石垣市川平, 浦	石垣市川平下田原	石垣市川平仲筋原	石垣市川平大嵩	石垣市川平大嵩	石垣市桴海太田	石垣市大浜野底新原	石垣市大浜野底東田原
川平～伊原間	川平～伊原間	川平～伊原間	川平～伊原間	川平～伊原間	川平～伊原間	川平～伊原間	川平～伊原間	川平～伊原間
	3.40	3.80	3.65	3.72	3.80	3.65	4.75	4.87
	9.00	9.90	7.62	9.75	9.75	9.75	18.90	18.90
単純スラブ		単純Tけた	単純Tけた	単純Tけた	単純Tけた	単純Tけた	単純Tけた2連	単純Tけた2連
		3	3	3	3	3	3	3
1957	1951, 3	1951, 2	1954, 3	1952, 12	1952, 6	1954, 3	1970, 6	1955, 9
(ロ)	(ロ)	(イ)	(ロ)	(イ)	(イ)	(イ)	(イ)	(ロ)
イ		イ	イ	イ	イ		イ	
	無	採	採	採	採	無	採	採
	α	α		α	α	α	γ'	α
	c	b	b	b	b	c	c	c
							②	①
		A	AA	D	B	D	E	A
		中性化進行している	横桁も変状を呈している	コンクリートは同一シリーズの橋の中では良好		型枠がわるいためゆがんでいる	橋脚門型ラーメン。殆ど海水中に水没	

240	241	242	243	244	245	246	247	248
大浦橋	荒引橋	三之橋	ふな橋	不詳	川底橋	不詳	満名橋	運立橋
石垣市大浜 伊原間大浦	石垣市	石垣市	石垣市	石垣市	本部町	本部町	本部町	本部町 福地
川平～伊原間						県116号		県116号
3.65					5.0		6.0	5.7
10.50					24.6		11.0	9.5
単純Tけた	単純Tけた	単純Tけた	単純Tけた	単純Tけた	I型鋼並列 3スパン連続	米軍トラス橋	単純Iビーム 桁2連, RC スラブ	単純Tけた
3		4	4		4			4
1954, 11	1934, 1	1934年頃	1934年頃		1955, 7			1956, 4
(イ)	(イ)	(ロ)	(ロ)	(ロ)	(ロ)		(イ)	(イ)
イ		ア	ア	ア	ア		ア	イ
採	無	無	無	無	無	無	無	無
	β'	α	β'	β'	γ		α	γ
b	c	b	b	c	c		b	b
①		①	①		①			③
B	B	AA	A					E
橋台に水平に ひびわれあり	唐人の塔へ行 く道	唐人の塔への 道	唐人の塔への 道	唐人の塔への 道	開洋橋の上塔	床版は木製	鉄骨の錆はか なり進行 県116号より はずれている	水清し

249	250	251	252	253
まぎきな橋	子産堂橋	不詳	呉我山橋	不詳
本部町	本部町	今帰仁村 呉我山	今帰仁村 呉我山	今帰仁村 呉我山
	県116	県117	県123	県123
4.5	4.5	4.8	4.0	4.0
4.4	11.5	10.0	13.0	5.0
スラブ橋	両端固定	2スパン連続 T	固定アーチ	スラブ
	3	5		
	1961, 3	1950, 9	1923	1923年頃
(イ)	(イ)	(イ)	(イ)	(イ)
ア	イ	イ	イ	ア
無	無	無	採	無
	γ	α	α	α
			b	a
③		②	③	
E	C	E	A	AA
1966年頃架設の由、 県116号より外れている	コンクリートはわるい	橋脚流出現在 は単純梁、ひびわれなし	現に使用中の RC橋で最古	呉我山橋に接続