

供用中の波形鋼板ウェブ橋の現状調査 (2)

波形鋼板ウェブ合成構造研究会

1. はじめに

本稿では前号に引き続き、波形鋼板ウェブ合成構造研究会の活動の一環として行った、波形鋼板ウェブ橋の現状調査について報告する。第2回目は、建設から約8年が経過した銀山御幸橋¹⁾の調査結果を報告する。本橋梁は前号で調査結果を報告した新開橋(新潟県)²⁾とは、波形鋼板同士の接合方法や波形鋼板の防錆方法が異なる。そのため、より多くの知見を収集できると考えられること、ならびに供用年数を考慮して調査橋梁として選定した。銀山御幸橋の竣工当時の橋梁外観を写真-1に、橋梁諸元を表-1に示す。

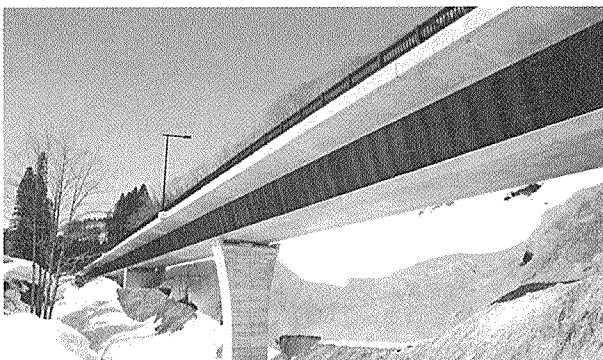


写真-1 銀山御幸橋 (竣工当時)

表-1 銀山御幸橋の橋梁諸元

橋名	銀山御幸橋 (ぎんざんみゆきばし)
工期	平成6年3月~平成8年3月
発注者	秋田県雄勝土木事務所
構造形式	PC5径間連続箱桁橋
橋長	210.0 m
支間長	27.4 m + 3@45.5 m + 44.9 m
有効幅員	8.5 m
斜角	A1~A2 : 90° 00' 00"
平面線形	R = ∞

2. 銀山御幸橋の現状調査

2.1 橋梁概要

銀山御幸橋は、秋田県雄勝郡の国道108号松の木峠にかかる(図-1)、日本国内では2橋目の波形鋼板ウェブ橋である。本橋は2つの山の間に縫うように急斜面に架かる橋梁であるが、樹木を保全するために地山の切取りをできるかぎり抑える必要があった。そのため、自然環境の保全を重視する設計思想から、主桁断面を手述べ桁とした、ピロンプ柱を用いた斜吊り併用押出し工法により架設された。

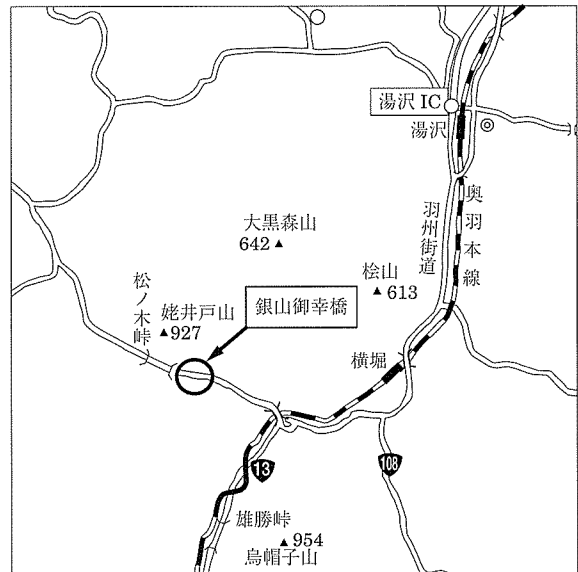


図-1 銀山御幸橋位置図

銀山御幸橋は、5径間連続波形鋼板ウェブ橋で、橋長210.0 m、支間長27.4 m + 3@45.5 m + 44.9 mを有し(図-2、図-3)、連続桁形式としては国内初の道路橋である。コンクリート床版と波形鋼板の接合にはスタッドジベル接合、橋軸方向の波形鋼板同士の接合には、フランジ付きの一面摩擦継手(箱断面内で接合)が採用されており、波形鋼板には耐候性鋼板が使用されている。

2.2 現状調査

2.2.1 調査項目

本橋の調査は、デジタルカメラを使用した目視調査を基本とし、表-2に示す項目について調査を実施した(調査日は平成16年5月20日)。

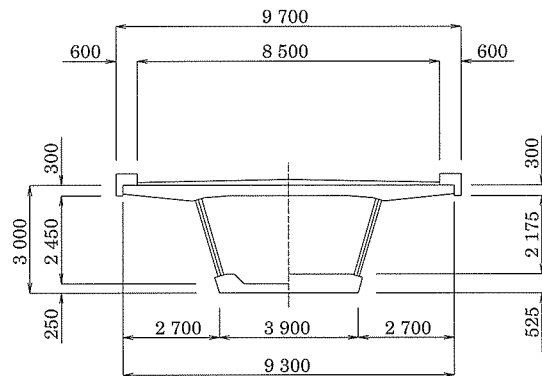


図-2 断面図

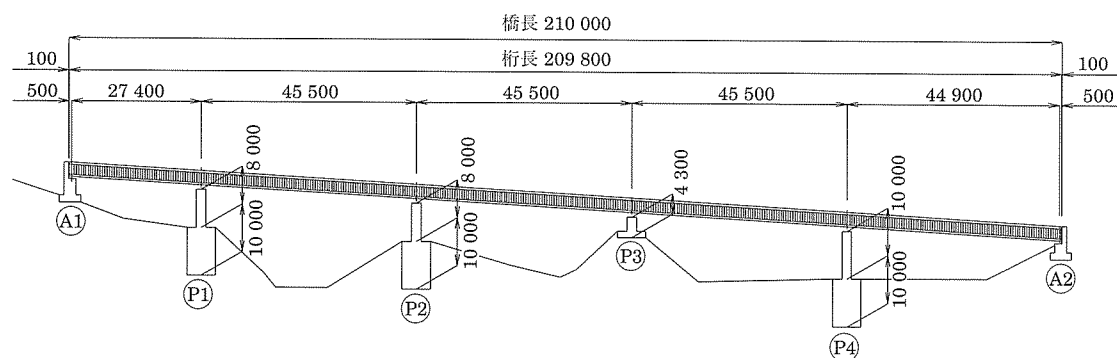


図 - 3 側面図

表 - 2 調査実施内容

調査項目	調査方法
橋梁外観	・目視調査
波形鋼板の状況	・目視調査 ・安定さび見本との比較 ・さび厚測定 ・板厚測定 ・セロテープ剥離試験 ・飛来塩分量測定
波形鋼板同士の接合部	・目視調査 ・ハンマー打撃検査
床版と波形鋼板の接合部	・目視調査
横桁と波形鋼板の接合部	・目視調査
箱桁内の状況	・目視調査 ・室温測定 ・湿度測定
偏向部と定着部	・目視調査



(a) A2側から

2.2.2 橋梁外観

写真 - 2 に調査当日の銀山御幸橋の橋梁外観を示す。外観からは、ひび割れ、過大なたわみなどの異常は認められなかった。

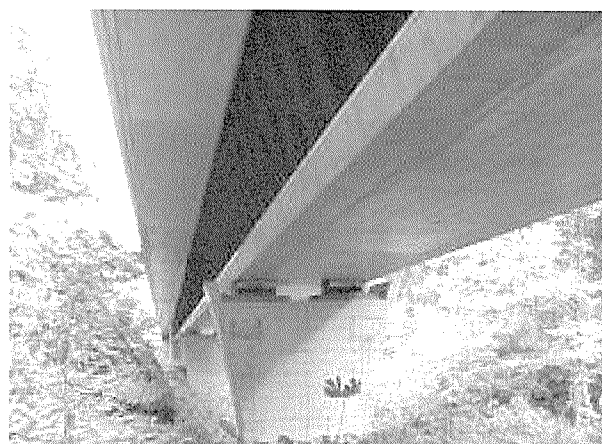
2.2.3 波形鋼板の状況

(1) 目視調査

本橋の波形鋼板ウェブは耐候性鋼板の裸使用であるが、外面を地上から目視したかぎりでは、焦茶色の緻密な安定さびが生成されていた（写真 - 3 (a)）。色はおしなべて赤茶色であるが、層状またはうろこ状のさびは観察されなかったため、目視の範囲内では特別な処置は不要であると考えられた。箱桁内面は、外面に比べて安定さびの生成状況がよくなかったが（写真 - 3 (b)）、これは通風性の悪いことが原因であると考えられる。P1 付近の鋼板内面下端部に、層状のものを含むさびが堆積していたが、現状の鋼板表面は悪い状況ではなく、これは建設初期に堆積したものと推察する。

(2) 安定さび見本との比較

目視調査の結果を、(旧)建設省土木研究所、耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書(XVII)³⁾に提案されている、「さびの外観評価レベル」に照合することとした。表 - 3 に安定さびの評価レベルを示す。本橋の波形鋼板の評価は、外面（写真 - 4 (a)）が「レベル4」、内面（写真 - 4 (b)）が「レベル3」に相当するものと思われる。同報告書によると、評価に対する今後の処置の目安は、「レベル3



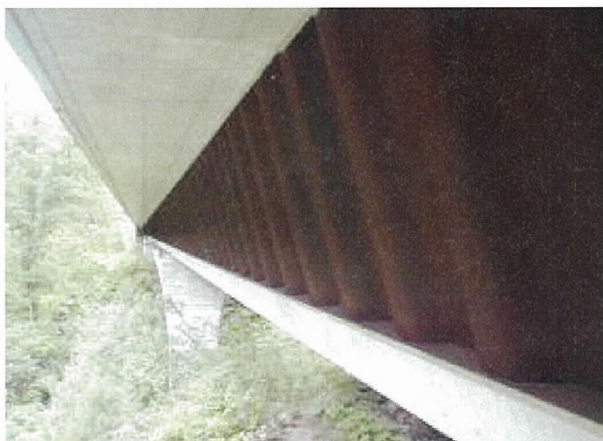
(b) 桁下から

写真 - 2 橋梁外観

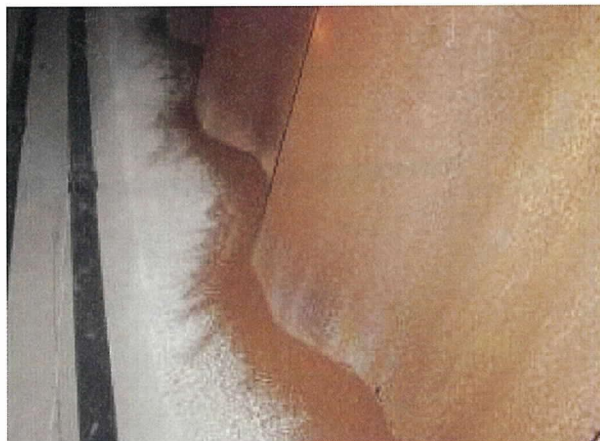
～5：全く問題なくそのまま使用できる」となっていることから、本橋の波形鋼板には特別な処置は必要ないと判断できる。

(3) さび厚・板厚の測定

さび厚、板厚の測定状況を写真 - 5 に示す。さび厚の計測には、(株)ケット科学研究所製 (LZ-200 C) の膜厚計を、板厚の計測には、アグファ社製 (DM4DL-A) の超音波厚さ計を使用し、測定箇所はそれぞれ 18 箇所とした。さび厚の測定結果を表 - 4 に示す。さび厚はすべての測定箇所



(a) 波形鋼板外面



(b) 波形鋼板内面

写真 - 3 波形鋼板の外観



(a) 波形鋼板 外面外観

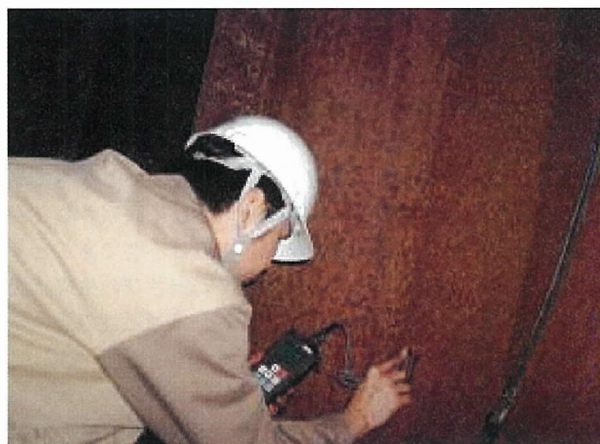


(b) 波形鋼板 内面外観

写真 - 4 安定さびの評価レベル



(a) さび厚の測定状況



(b) 板厚の測定状況

写真 - 5 さび厚・板厚の測定状況

表 - 3 安定さびの評価レベル

レベル	評価
レベル 5	問題ないレベルにある。
レベル 4	非常に良い状態にある。
レベル 3	良い状態にある。
レベル 2	要注意の状態にある。
レベル 1	問題な状態にある。

表 - 5 さび厚の評価レベル

レベル	さび厚	評価
レベル 5	約 200 μm 未満	問題ないレベルにある。
レベル 4	約 400 μm 未満	非常に良い状態にある。
レベル 3	約 600 μm 未満	良い状態にある。
レベル 2	約 800 μm 未満	要注意の状態にある。
レベル 1	約 800 μm 以上	問題な状態にある。

μm未満であり、問題ないレベルにあると判断できる。ここに、さび厚の評価は、安定さび見本と同様に(旧)建設省土木研究所、耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書(XVII)³⁾によった。表-5にさび厚の評価レベルを示す。また、波形鋼板板厚に関しては、表-6に示すとおり、すべての測定箇所ですべての測定値を満足しており、所定の板厚が確保されていることを確認した。ここに、波形鋼板板厚の許容差はJIS G 3193に拠った。

(4) セロテープ剥離試験

本橋の安定さびについては、セロテープ剥離試験(写真-6)でも評価することとした。セロテープ剥離試験とは、鋼材の表面に生成された浮きさびをセロテープに付着させて回収し、さび粒子の状態から保護性さびの生成状態を評価するものである。本試験は、(社)日本鉄鋼連盟・(社)日本橋梁建設協会、耐候性鋼の橋梁への適応[解説書]⁴⁾の付録に掲載されている方法で行った。

試験結果と判定サンプルを図-4に示す。試験結果と判定サンプルを比較すると、箱桁外面のさびは「レベル4」で、箱桁内面のさびは「レベル3」と判断でき、さびは非常によいおよび良い状態にあることが確認できる。

(5) 飛来塩分量測定

飛来塩分量の測定は日本道路公団規格(JHS408-1992)⁵⁾鋼橋の付着塩分量測定方法に準じて実施した。付着塩分量の測定値はすべてのウェブにおいて0.0 mg/m²となり、塩分の付着は確認されなかった。橋面では凍結防止剤を散布していると思われるが、張出し床版が長いので、ウェブへの影響がなかったものと推察する。

2.2.4 床版と波形鋼板の接合部

下床版接合部の状況を写真-7(a)に示す。本橋の下床版と波形鋼板の接合方法はフランジプレートを介したスタッドジベル接合であるが、斜めウェブであるためフランジプレート上に結露が溜まらないように内勾配を設けるためのコンクリートを盛り、シール材で目地を保護している。目視による外観調査では、問題となるようなコンクリートのひび割れ、欠けおよびシール材の剥げなどは確認されなかった。

また、上床版接合部の状況を写真-7(b)に示すが、上フランジ接合部にもひび割れや肌すきなどは認められなかつ

表-4 さび厚の測定結果(箱内側)

橋梁名	銀山御幸橋									
	平成16年5月20日					目標さび厚		約400 μm未満		
	測定値									
測定点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	平均
1	27.9	77.1	90.3	91.0	52.2	49.9	104.0	59.4	51.6	67.0
2	96.3	73.8	106.0	155.0	40.7	47.9	59.9	47.7	44.4	74.6
3	45.8	36.8	41.0	115.0	91.4	46.5	44.2	140.0	173.0	81.5
4	48.0	36.9	27.8	50.0	48.5	25.9	92.0	75.1	54.2	50.9
5	62.5	20.1	27.4	15.4	57.7	85.3	10.8	37.5	19.0	37.3
6	71.1	30.9	80.8	83.7	77.8	191.0	52.6	40.4	77.1	78.4
7	120.0	64.3	41.1	22.0	19.1	39.1	121.0	88.7	39.1	61.6
8	60.4	19.1	31.6	56.7	45.7	13.3	58.9	74.3	149.0	56.6
9	44.2	43.7	159.0	33.3	111.0	142.0	121.0	77.3	57.0	87.6
10	78.6	61.8	195.0	130.0	122.0	110.0	249.0	123.0	131.0	133.4
11	130.0	169.0	52.5	51.4	84.0	43.9	57.2	122.0	61.2	85.7
12	126.0	85.0	147.0	146.0	117.0	115.0	69.2	68.0	112.0	109.5
13	135.0	73.3	80.6	59.3	92.9	82.9	36.4	75.9	48.9	76.1
14	145.0	145.0	116.0	158.0	190.0	177.0	216.0	274.0	108.0	169.9
15	48.4	55.8	154.0	35.4	35.3	43.9	52.1	107.0	137.0	74.3
16	54.9	88.7	82.8	65.9	125.0	130.0	112.0	44.9	30.9	81.7
17	63.1	94.7	57.6	69.6	120.0	75.9	82.2	41.3	54.9	73.3
18	50.8	25.3	79.5	70.6	103.0	60.5	103.0	85.5	79.2	73.0

表-6 波形鋼板板厚の測定結果

橋梁名	銀山御幸橋									
	平成16年5月20日					目標板厚		8,12 mm		
	測定値							設計板厚	誤差	
1	2	3	4	5	計	平均Xi				
1	8.22	8.24	8.25	8.23	8.20	41.14	8.23	8.00	0.23	
2	8.41	8.42	8.51	8.58	8.47	42.39	8.48	8.00	0.48	
3	8.13	8.18	8.20	8.20	8.17	40.88	8.18	8.00	0.18	
4	8.25	8.32	8.31	8.39	8.22	41.49	8.30	8.00	0.30	
5	11.96	12.07	11.95	12.01	12.11	60.10	12.02	12.00	0.02	
6	12.31	12.21	12.19	12.29	12.20	61.20	12.24	12.00	0.24	
7	12.36	12.37	12.37	12.46	12.43	61.99	12.40	12.00	0.40	
8	12.36	12.52	12.63	12.62	12.51	62.64	12.53	12.00	0.53	
9	12.46	12.34	12.31	12.37	12.51	61.99	12.40	12.00	0.40	
10	8.52	8.58	8.55	8.57	8.52	42.74	8.55	8.00	0.55	
11	12.42	12.53	12.42	12.39	12.44	62.20	12.44	12.00	0.44	
12	8.50	8.46	8.55	8.47	8.61	42.59	8.52	8.00	0.52	
13	12.30	12.25	12.33	12.38	12.25	61.51	12.30	12.00	0.30	
14	8.62	8.42	8.62	8.56	8.46	42.68	8.54	8.00	0.54	
15	8.51	8.54	8.53	8.55	8.63	42.76	8.55	8.00	0.55	
16	8.49	8.50	8.49	8.45	8.46	42.39	8.48	8.00	0.48	
17	8.62	8.53	8.50	8.52	8.53	42.70	8.54	8.00	0.54	
18	8.47	8.66	8.51	8.46	8.57	42.67	8.53	8.00	0.53	

厚さの許容差 (JIS G 3193)

厚さ/幅	1600未満
6.30以上10.0未満	±0.55
10.0以上16.0未満	±0.55

た。

2.2.5 箱桁内の状況

箱桁内に漏水跡や滞水跡は確認されなかった。

箱桁内の室温は20℃、湿度は64%であった。これは箱桁外の気温、湿度とほぼ同じであった。

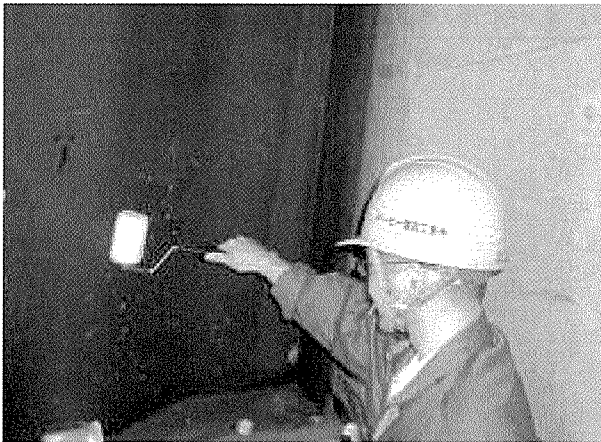
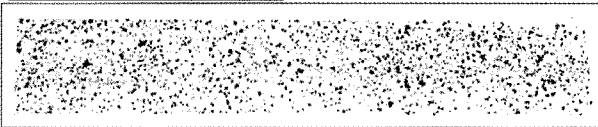
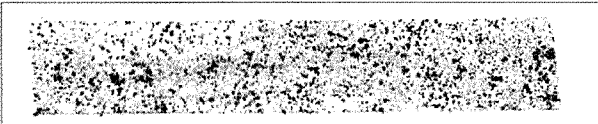


写真 - 6 セロテープ剥離試験実施状況

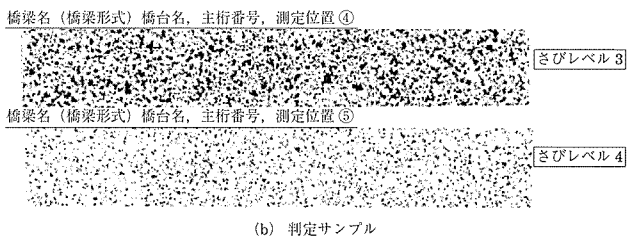
○ 測定位置：箱外・A2・谷側 その1



○ 測定位置：箱内・A1・谷側 その1



(a) 試験結果の一例



(b) 判定サンプル

図 - 4 セロテープ剥離実験

2.2.6 その他

そのほかの調査項目であった「波形鋼板同士の接合部」, 「横桁と波形鋼板の接合部」, および「偏向部と定着部」においても特筆すべき劣化, 損傷は確認されなかった。

3. おわりに

本報文では, 建設から約 8 年が経過した波形鋼板ウェブ橋 (銀山御幸橋) の現状調査の結果を報告した。

今回の銀山御幸橋の調査では, 緊急の補修・補強を要する劣化などは確認されず, 橋梁は健全な状態であることが確認できた。

最後に, 本研究会からの調査願いを快く許可していただいた, 秋田県・道路建設課および雄勝地域振興局の関係者各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 石黒互, 村田嘉広, 須合孝雄: 松の木 7 号橋 (銀山御幸橋) の設計と施工, プレストレストコンクリート, pp.5 ~ 14, Vol.38, No.5, 1996 年 9 月
- 2) 波形鋼板ウェブ合成構造研究会: 供用中の波形鋼板ウェブ橋の現状調査 (1), プレストレストコンクリート, pp.72 ~ 76, Vol.47, No.5, 2005 年 9 月
- 3) (旧) 建設省土木研究所, (社) 鋼材倶楽部, (社) 日本橋梁建設協会, 耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書 (エ 7), 1993 年 3 月
- 4) (社) 日本鉄鋼連盟・(社) 日本橋梁建設協会, 耐候性鋼の橋梁への適応[解説書], 2002 年 9 月
- 5) 日本道路公団, 試験研究所技術資料 鋼橋の塗替え塗装マニュアル (第 453 号), 平成 6 年 4 月

調査メンバー

池田 尚治	横浜国立大学名誉教授
立神 久雄	ドービー建設工業 (株)
高場 啓輔	川田建設 (株)
延命 直毅	コーアツ工業 (株)
山下 和則	興和コンクリート (株)
太田 直樹	日本鋼弦コンクリート (株)
佐藤 幸一	(株)ピーエス三菱
澤 大輔	ピーシー橋梁 (株)
山崎 正直	横河工事 (株)

【2005 年 9 月 13 日受付】



(a) 下床版接合部



(b) 上床版接合部

写真 - 7 床版と波形鋼板の接合部