川田グループ 100 年の技術史
—創業 100 周年記念 —

KAWADA Group's 100th Anniversary - History of Technical Challenge -

川田技報編集委員会　編纂

はじめに

私たち川田グループ各社は，発祥の地「富山県」福野で 1922 年（大正 11 年）に産声をあげた川田鐵工所（**写真 1**）がルーツであり，本年 2022 年 5 月で 100 周年を迎える。川田鐵工所は，名称のとおり昔は鉄を炉（火床）で焼き叩いて加工する鍛冶職人の町工場からスタートし，川田工業，川田建設をコアとする企業体で川田グループの総売上 1,000 億円クラス，総従業員数 2,000 名規模の企業集団にまで成長を遂げた。

写真 1　祖山発電所にて（1928 年）

さらには，2009 年 2 月に設立した川田テクノロジーズを持株会社とする新体制をスタートし，長大橋，プレビーム合成桁や SC デッキをはじめとする複合橋，PC 橋，鉄構，建築，環境・防災，そして，保全や伸縮装置などの橋梁に関する維持管理，ロボティクス，航空および IT サービスなどの事業を推進する複合企業集団である。

今回は 100 周年を迎えるにあたり，川田グループを構成するこれら各種事業の変遷を企業の枠を超えて振り返ることで，川田グループ 100 年の歴史を編纂した。

1．100 年年表

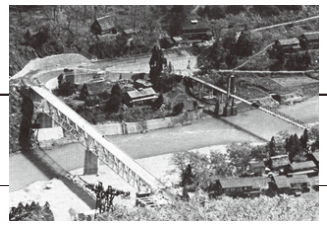
各事業を支えるグループ構成企業の関係を**図 1** に示す。すべての事業が複数のグループ企業による協働・協力があり現在のグループ体制が構築されている。ここからは 100 年の歴史を**図 1** に示した①～⑩の 10 種類の事業に着目しつつ，横断的に整理する。

なお，川田グループの社内誌「かけはし」の発刊が 1961 年，川田技報の発刊が 1978 年であるため，それ以前の 1920 年代～ 1950 年代の 40 年間の情報が少ないことはご容赦願いたい。

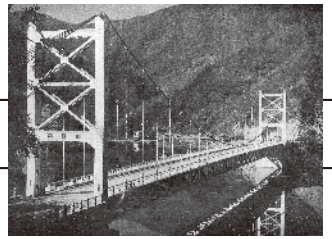
図 1　各事業を構成するグループ企業

川田グループ100年史　技術史 1
1922▶1964

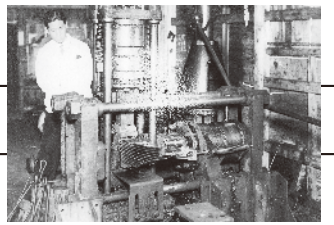
	長大橋	複合橋	PC橋	鉄構	建築	環境・防災	保全・維持管理	ロボティクス	航空	IT
1922–1929 (T11-S04)										
1930–1939 (S05-S14)	32KII) ★平橋（吊橋）									
1940–1949 (S15-S24)										
1951 (S26)				KII) 福野厚生病院 福野中学校体育館 福野高等学校体育館						
1952 (S27)				KII) ★戸出中学校体育館						
1955 (S30)				KII) ★高岡市南部中学高体育館						
1956 (S31)										
1957 (S32)	G) 鋼製吊橋における「プレストレスト工法」を発表 KII) ☆堀切橋 [8]									
1958 (S33)		58KII) ★大渡橋 [8,11]		KII) ★那須工業高校第一期工事 ★葛生中学校体育館				THK) ★三ツ矢タクシー航空部設置		
1959 (S34)		59KII) ★平橋（トラス橋）						NCA) 中央航空設立		
1960 (S35)	KII) ★美恵橋 [5] KII) ☆大石橋			KII) ★葛生会館				THK) 三ツ矢航空株式会社設立 ★報道取材開始 ★エアタクシー（不定期路線）認可取得（調布空港－館山、調布空港－宇都宮）		
1961 (S36)		KII) 元雄神橋		KII) 葛生町役場庁舎				THK) ★仏国製アルウエットⅡ型ヘリコプター輸入		
1962 (S37)		KII) ★西羽賀橋 ★市野橋								
1963 (S38)		KII) 槇木沢橋 KII) ☆鳴海架道橋 [8] ☆日光川避隘橋 [8] ☆興津架道橋 [8]								
1964 (S39)		KII) ☆成子橋 [8]		KII) 手塚興産本社工場 日本音響機器調布工場 富士食品工場						



★平橋（左（トラス橋）1959，右（吊橋）1932）



★大渡橋（1958）



北陸産業（1940年代）

1922–1929 (T11-S04)
- 22G) 川田忠太郎が川田鐵工所を創業
- 23 関東大震災
- 27 昭和金融恐慌
- 28G) 富山県福野町（現：南砺市）に工場建設
- 29 世界大恐慌

1940–1949 (S15-S24)
- 40G) 北陸産業株式会社設立（資本金２万円）
- 45KII) 富山工場，福野駅前から現在地に移転・操業開始
- 49KII) 北陸車輌株式会社に社名変更，建設業登録・建設大臣許可取得

1951 (S26)
- KII) 東京営業所開設

1952 (S27)
- KII) 北陸車両を現社名に変更，同時に川田鐵工所の事業を継承

1956 (S31)
- 日本道路公団発足

1958 (S33)
- KII) ★栃木工場操業開始

1959 (S34)
- 首都高速道路公団発足
- KII) 工事部発足

1961 (S36)
- G) グループ報「かけはし」創刊

1962 (S37)
- 阪神高速道路公団発足
- KII) 富山工場内に橋梁製作工場操業開始

1963 (S38)
- 名神高速道路開通
- KII) 富山工場内に橋梁組立工場操業開始

1964 (S39)
- 東京オリンピック開催
- 東海道新幹線開業

凡　例　[ ] 内数字：過去掲載号、★：Vol.41 特集掲載物件、☆：Vol.40 特集掲載物件

会社略称　川田グループ…G，川田テクノロジーズ…KTI，川田工業…KII，川田建設…KCC，川田テクノシステム…KTS，橋梁メンテナンス…KMI，東邦航空…THK，新中央航空…NCA，カワダロボティクス…KRC，工法：プレビーム…PB

川田グループ100年史 技術史 2
1965▶1990

	長大橋	複合橋	PC橋	鉄構	建築	環境・防災	保全・維持管理	ロボティクス	航空	IT
1965 (S40)	KII) 研究室（現，KTI 技術研究所）発足 KII) 東京支社開設，PC 事業部発足									
1966 (S41)	KII) 事業部制導入	KII) ☆豊間根橋								
1967 (S42)	KII) 東京証券取引所市場第 2 部に上場	KII) ☆遊部大橋 ☆深沢橋		KII) ★金沢スカイビル			THK) ★現社名に社名変更			
1968 (S43)	KII) ★コンピューター導入 KII) 大阪支社開設	KII) ★八幡橋 KII) ★「PB」玉津橋 KII) ☆住吉第 2 工区（北）					KII) 合成桁の断面算定プログラム			
1969 (S44)	東名高速自動車道全線開通	KII) 長崎橋					NCA) 竜ヶ崎飛行場供用開始			
1970 (S45)	本州四国連絡橋公団発足 大阪万博開催 KTS) ★KII から電算・設計計算部門が独立，前身会社設立	KII) ブロードウェー橋（アメリカ） 釜房大橋 KII) 西岡架道橋他 3 橋 ☆第 730 工区高架橋					KTS) ★電子計算機による土木建築構造物の設計計算			
1971 (S46)	KCC) ★KII から工事部が分離独立，前身会社設立	KII) ★愛本橋								
1972 (S47)	G) 創業 50 周年 KII) 東京・大阪証券取引所市場第 1 部に上場	KCC) ☆繁久寺踏切立体交差橋		KII) 駒込台ハイツ			THK) ★仏国製アルウエットⅢ型ヘリコプター輸入			
1973 (S48)	第 1 次オイルショック KII) ★四国工場，操業開始 KCC) 現社名に変更 KTS) 大阪支社開設	KII,KCC) ★関門橋 KII) 「PB」速星駅側道橋 KCC) ☆黒谷橋		KII) 日立製作所「土浦工場」 KII) 千里浜ガーデン						
1974 (S49)		KII) 伏木港大橋								
1975 (S50)	山陽新幹線開業 KII) ★東京，大阪，富山の 3 地区に鉄構営業部発足	KCC) ☆第 573 工区高架橋 ☆歌高架橋								
1976 (S51)	KCC) 大阪支店開設	KII) ★上若生子大橋 [1] KCC) ☆野口高架橋 ☆新連城橋 バスラ PC 橋（イラク）		KII) ★カタール・ドーハホテル [1]			KTS) パソコン導入			
1977 (S52)	KCC) 東京支店開設									
1978 (S53)	G) 「川田技報」創刊 KII) ★建築事業部発足	KII) ★六方沢橋 [1] ★マカビット吊橋（フィリピン）[2] ★合掌大橋 [2] KCC) 「PB」大直高架橋（台北市）[1]					NCA) 新中央航空設立			
1979 (S54)	第 2 次オイルショック KII) ★鉄構，東京地区に鉄構開発部を設置，大阪地区に営業部員を増員	KCC) ☆新山下橋 [1,2] ☆自然休暇村連絡橋 [1] ☆Y131 工区山下第 2 出路橋		KII) 川徳ショッピングセンター KII) ★上笹医院 ★泉脳神経外科医院			NCA) ★調布－新島間，新島－大島間路線開設 KTS) TSS オンラインサービス			

1980 (S55)	KCC) 九州営業所（現：九州支店）開設	KII) 南港南第５工区 [2] KCC) ☆須川橋梁 [2]	KII) 近光整形外科診療所 [2] ★佐野中央病院 [2]	KCC) ★床版補強［首都高目黒線］ NCA) ★新潟－佐渡間路線継承
1981 (S56) [2]		KCC) ★やすらぎ橋 [2,3]	KII) ★大手センタービル [3] ミスラータ製鉄所（リビア） KII) ★大田原市図書館 萩中診療所	
1982 (S57)	東北・上越新幹線開業 KII) ★橋梁事業部，鉄構事業部発足	KCC) ☆検見川高架橋 [2,3] 若松高架橋 [8]	KII) 東京芸術大学那須高原研修施設 [3]	
1983 (S58) [3]	KMI) ★始祖企業２社設立	KII) ★因島大橋 [2,4] KII) ★「SC デッキ」大阪城新橋 ★「PB」口羽跨線橋 [3] KCC) 「PB」阿那賀跨道橋 [3] KCC) 新保大橋 [8]	KII) IBM 大和研究所ビル ★栃木工場，BH ライン稼働 KII) ★川田工業東京本社菊池ビル ★向山病院 富山産業展示館	KTS) ★土木・建築システム「SUCCES」 KASUS/LADAN
1984 (S59)		KII,KCC) ★大鳴門橋 [1,2,3] KCC) ☆利根川橋 [3,4] ☆AS21 工区（その１）高架橋 [5] BT152-153 工区高架橋	KII) 科学万博サントリー館 科学万博鉄鋼館 KII) ユーカリ整形外科 [4] 松濤園ビル１ [4] ウェディングプラザ鹿島 [5]	NCA) 調布－大島間路線開設
1985 (S60) [4]	つくば万博「科学万博」開催	KII) 弥栄大橋 [6] KCC) 小木津高架橋 [4] ☆別府橋 [5]	KII) ヒルトンプラザイースト KII) Top-R. 品川 [5] 日特農結城研究所 [6] 富山県工業技術センター管理棟 [6]	
1986 (S61) [5]	KMI) ★前身企業２社設立	KCC) 番の州高架橋 [4,5] ☆鴛鴦橋 [9] ☆球磨川第三橋 [5,6,7]	KII) ★梅田センタービル [13] 新神戸オリエンタルシティ [7] サントリーホール鉄骨工事 [5] ★栃木工場，「AUWEL2」完成 KII) 富山東京海上ビルディング [7] 布佐平和台病院 [7]	KMI) ★シーペックジョイント Wd 型 [9,10]
1987 (S62) [6]	KII)「現代の吊橋」発刊 KII) ★航空事業部発足 THK) ★川田グループ入り	KCC) ★下津井瀬戸大橋 KCC) 側高高架橋 [8]	KII) ★東京ドーム [7] 住友生命本社ビル KII) 八尾総合病院 [7]	KII) ★アビア・フライトスクール開設 NCA) ★「ノーマッド」２機導入 KTS) ★鉄骨 CAD システム「PROSSESS」
1988 (S63) [7]	瀬戸大橋開通	KII) ★櫃石島橋 [5,6,7] ★南備讃瀬戸大橋 [5,6,7] ★番の州高架橋 [5,6,7] KCC) ☆男神橋 [7,8,9] 親不知海岸高架橋 [6,8] ☆松本市宮渕浄化センター [9] ☆祖山橋 [8]	KII) 橿原市昆虫館 KII) カルムヴィラ熱海 [9] 富山厚生年金休暇センター [9]	KCC) ★音無橋補修 [08,09] KMI) ★舗装浸透水導水装置「スパイラルドレーン」 [13] KTS) ★土木設計図化システム「ADVANS」
1989 (S64～H01) [8]	KII) 航空機使用事業免許を取得 [9] KTS) 現社名に変更	KII) ★横浜ベイブリッジ [7,8,9] KII) ★「PB」二上大橋 [9] KCC) ★「PB」尻無川新橋 [9]	KII) 大同生命肥後橋本社ビル [12] クリスタルタワー [8,9] ★栃木工場，ボックスライン稼働 ★栃木工場，「AUWEL2」外販開始 KII) 蕨 AP [9] 篠崎ハイム [9]	KCC) ★高架橋防音板設置（首都高池袋線）[9] KMI) ★舗装浸透水導水装置「ドレイナー」[13]
1990 (H02) [9]			KII) ★東京都第一本庁舎 [10] 図研研究所 KII) 北とぴあ [10] ★東邦航空東京オペレーションセンター [10] ★川田工業芳賀整備工場	

凡　例　[ ] 内数字：過去掲載号、★: Vol.41 特集掲載物件、☆: Vol.40 特集掲載物件

会社略称　川田グループ…G，川田テクノロジーズ…KTI，川田工業…KII，川田建設…KCC，川田テクノシステム…KTS，橋梁メンテナンス…KMI，東邦航空…THK，新中央航空…NCA，カワダロボティクス…KRC，工法：プレビーム…PB

川田グループ100年史 技術史 3
1991▶2003

	長大橋	複合橋	PC橋	鉄構	建築	環境・防災	保全・維持管理	ロボティクス	航空	IT
1991 (H03) [10]	KII) ★関西国際空港連絡橋 [9,10,11] KII,KCC) ★生口橋 [7,10,11] KCC) ☆泉水大橋 [11] 木場公園大橋 [12]			KII) 有明コロシアム開閉屋根 [10] 梅田スカイビル KII) ★ホテルサンバレー那須 [11]			KCC) 大渡橋補修 [11] KII) ★橋上ヘリポート構想 [10]			
1992 (H04) [11]	KII) 遠入川橋 [12] 新江川橋 [12] KII) 「PB」七十二峰橋 [12] KCC) ☆新琴似高架橋 [12] KCC) ☆新琴似高架橋 [12] 3.5.1 号青葉通り ☆新川高架橋 [12]			KII) ★横浜ランドマークタワー [12] ★福岡 PayPay ドーム [13] 関西国際空港第 1 ターミナルビル KII) CGPC 梁 [12] ★川田建設那須工場 [12] ★AK ビル 南砺建設会館 [12] 北区滝野川会館 [13] 北陸航測技術研究所 [13]			KCC) 分岐案内標識支柱設置 (首都高羽田線) KII) ジェミニ ST の開発 [11] シュワイザー 330 販売 NCA) ★調布－神津島路線開設 KTS) ★鈑桁・箱桁自動設計製図		
1993 (H05) [12]	KII) システム建築推進本部発足 [12] KII) ★鉄構工事部発足 KCC) 土木保全事業部発足			KII) 大阪府咲洲庁舎 四国工場，ボックスライン完成 KII) ★蓮田市総合市民体育館 (建方) KII) ★牛久大仏 [7,8,12,13] ★林原ケイワンビル [12,13] 大日本コンサルタント本社ビル [14]			KII) ★四谷見附橋補修 [11,13] KII) ジェミニ ST ヘリコプタのトリム解析 [12] THK) ★東京愛らんどシャトル (伊豆諸島間ヘリコミューター) 就航 ★明石海峡大橋パイロットロープ渡海工法		
1994 (H06) [13]	関西国際空港開港 G) ★「複合構造橋梁」発刊 NCA) ★グループ入り KMI) 設立	KII) ★東京湾アクアライン [14] 五色桜大橋 [13,14] ★西宮港大橋 [13,14] KII) 「PB」泉佐野プレビーム橋 [14] ★「PB」木津橋 [14] KCC) ☆松川浦大橋 [9,11,13]		KII) 東京国際フォーラム [14] KII) オムニマヌファクチュアリング社事務所 [15] ラムゼイ社事務所 [15]			KII) ★分岐案内標識支柱設置 (首都高箱崎 JCT 付近) [14] KTS) ★経営情報システム「CONDUCT-R」			
1995 (H07) [14]	阪神・淡路大震災 (兵庫県南部地震) KII) ★栃木工場，第二工場操業開始	KII) 名港東大橋 [14] 幌平橋 [16] ★城ケ倉大橋 [16] KII) 「PB」浜橋 [16] KII,KCC) ホロナイ川橋 [15,16] KCC) ☆成沢橋		KII) バンテリンドームナゴヤ [14] 北九州メディアドーム 京都駅ビル 神戸ファッションプラザ KII) ★川田工業四国工場倉庫 [15] 川田工業栃木第二工場 B 棟 [16] クリオ大磯弐番館 [15]			KII) ★西宮港工区復旧 [15] KMI) ★シーペックジョイント Wdj 型 KII) 206ST ツインライナー型式承認取得 [15] THK) ★富山県消防防災ヘリコプター運航 KTS) ★高機能 CAD「V-nas」シリーズ			
1996 (H08) [15]	KII) ★システム建築事業部発足	KII) ★白鳥大橋 [15] KCC) 阪神西梅田開発第 I 期 [15] KCC) ☆上竹橋 [16]		KII) コトデン瓦町ビル KII) ★川田工業ヘリ・テクノロジーセンター技術開発棟 [16] ★川田工業栃木第二工場訓練センター [16] ★滝野川西区民センター [16] KII) K-PAC システム開発			KII) ★3 号神戸線復旧 [15,16] KCC) 橋脚耐震補強 (首都高横羽線) KMI) ★シーペックジョイント Wj 型 KII) ★小型ヘリコプタ用ヨー軸安定増強装置の試作 [15] 自社開発無人ヘリ試験飛行成功 [16] THK) 岩手県消防防災ヘリコプター運航 ★来島海峡大橋パイロットロープ渡海施工			
1997 (H09) [16]		KCC) 鳥野目橋 [17] KCC) 志賀郷高架橋 [15,17]		KII) ★高崎シティホール (製作・建方) [13] 京セラドーム大阪 ★こまつドーム (製作・建方) [13] KII) オイレス工業滋賀工場 3 号棟 [17] 福野町園芸植物公園 [17] KII) ★KBS 会結成			KCC) ★池田高架橋下部復旧 [15] KMI) ★シーペックジョイント WP 型 KII) リトラクタブルアンテナシステム (RAS) 航空局認可 [17] KTS) ★業界初の ERP 販売開始 V-nas シリーズ 「V-FRC」「V-LINER」「V-PLANNER」「V-CROSS」 「V-ROAD」「V-BRIDGE」「V- 集水桝」「V- 擁壁展開図」 V-nas ファミリー 「V-Designer」「V- 橋梁モデラー」			

1998 (H10) [17]	**明石海峡大橋開通** KCC) 技術研究所開設 KCC) 鋼トラスウェブ PC 橋梁開発 [17]	KII,KCC) ★明石海峡大橋 [17] もみじ谷大吊橋 [19] 宮境橋 [18] 四国三郎橋 [18] KII,KCC) ★多々羅大橋 [14,18] KII) ★「SC デッキ」苅安賀高架橋 [18] 東海大府高架橋 [17] KCC) ☆大府第一高架橋 [15,18] KCC) ☆ガイドウェイバス志段味線 ☆東雲さくら橋 [18]	KII) 大阪国際会議場 KII) トナミ運輸川崎支店 [18] 川田建設実験棟 [18] 早川海陸輸送横浜市金沢物流センター [19]	KII) 箱崎 IC 改良 [18] KCC) ★手取川橋橋梁補強 [16,18] KMI) ★舗装浸透水導水装置「クーレ SW」 KII) ★ヘリコプタ・ロータの低騒音化研究(ジェットロータ) [17]
1999 (H11) [18]	**瀬戸内しまなみ海道開通** KII) 「超長大橋時代の幕開け」発刊	KII,KCC) ★来島海峡大橋 (第 1) [18] 常吉連絡橋 [15,19] KCC) ☆三谷川橋 [18,19]	KII) ★静岡スタジアムエコパ (製作・建方) 昭和電工ドーム大分 (製作・建方) ★代々木ドコモタワー KII) サンコートマホロバ [19] 東新工業本社工場 [19]	KII) 支承取替・落橋防止装置改良 (阪高堺線) 鋼製橋脚補強 (阪高湾岸線) 橋脚耐震性向上 (首都高中央環状線) 支承・連結装置耐震性向上 (首都高湾岸線) KII) ★大型産業用無人ヘリコプタ「RoboCopter 300」[18]
2000 (H12) [19]	G) カワダファブリック設立 KII) 保全技術室発足	KII) ★安芸灘大橋 [19] 利別川第 1 橋 [19] 高屏渓河川橋 (台湾) [20] KII) ★新川橋・吉田川橋 [19,20] KCC) ★鍋田高架橋 [21] KCC) ☆石橋上三川高架橋 [19] ☆天翔大橋 [18,19,20]	KII) ノエビアスタジアム神戸 丸の内ビルディング ★シェルコムせんだい ★栃木工場，切断・開先加工機，ロボット溶接システム導入 KII) 鈴江コーポレーション大黒倉庫・千葉倉庫 [20] 三進金属工業福島工場 [21] 川田建設九州工場 [21] サンバレー那須ウエディングプラザ	KCC) 裏面吸音板設置 (首都高新宿線) KMI) ★シーペックジョイント Wy 型 KII) ★ヒューマノイド型ロボット H6 [20] リニアアクチュエータ LSA シリーズ [19] 煙発生装置 HIT800 [19] 小型風力発電システム架構部設計・製作 [20] NCA) 国内定期航空運送事業者 (定期路線) 事業認可取得 ドルニエ 1 号機就航 KTS) ★電子納品成果品作成支援ツール「電納ヘルパー」 V-nas シリーズ「V- 仮設構造図」
2001 (H13) [20]	KII) ★建築事業部とシステム建築事業部を統合 KCC) 九州工場 (大分県) 操業開始	KII) 第二東名木曽川橋 [21] ★北上大橋 [23] KII) ★「PB」下岡橋 [20] KCC) 興津川橋 [20] 開運橋 [21]	KII) 横浜港大さん橋国際旅客ターミナル KII) 早川海陸輸送金沢 [21] KCC) ★奥山地区改良 (法面防災) [22]	KII) 美恵橋歩道設置 [21] KII) ★ヒューマノイド型ロボット H7 ★研究用人間型ロボット isamu [21] バリアフリービークル [20] THK) 奈良県消防防災ヘリコプター運航 認定事業場 (調布) に認定
2002 (H14) [21]		KII) ★「PB」ラブリッジまっとう [22] KCC) ☆阿賀のかけはし [22]	KII) ★六本木ヒルズ森タワー KII) 南砺中央病院 リシェ新横浜アネックス [22]	KII) 上部耐震改善 (阪高池田線) [22] KCC) 神通川橋補強 [23] KMI) ★KMS ジョイント [23] ★合成床版・コンクリート構造浸透水導水装置「コンクリートセイバー」[23] KII) ★HRP-2P [22] JoyChair-R1 [23] ヘリコプター TV 中継装置搭載工事 [22] THK) 群馬県消防防災ヘリコプター運航 NCA) ドルニエ 2 号機就航
2003 (H15) [22]		KII) ★江黒橋 [24] 「PB」黒島橋 [23] KCC) ☆臨海鉄道金城ふ頭線 [23]	KII) 第二吉本ビルディング 輝北風力発電モノポールタワー 隠岐大峯山風力発電所 小田野沢風力発電タワー 愛・地球博ループ ★汐留シティセンター (製作・建方) KII) 宮内庁御料牧場堆肥舎 ティエラコート杉並方南町 [23] ファミール赤坂 KCC) ★川田建設本社 6F 屋上緑化	KII) 橋梁点検ロボットの開発 [22] 支承・連結装置耐震性向上 (首都高池袋線) 支承・連結装置耐震性向上 (首都高羽田線) KCC) 床組構造改築 (首都高川口線) [22,23] KMI) ★KMA ジョイント KII) ★HRP-2 [23] ★ヒューマンインタラクティブモーションコントロール [22] ベル式 412 型改修工事 [23] KTS) ★「電子納品保管管理システム」

凡　例　[ ] 内数字：過去掲載号、★: Vol.41 特集掲載物件、☆: Vol.40 特集掲載物件

会社略称　川田グループ…G，川田テクノロジーズ…KTI，川田工業…KII，川田建設…KCC，川田テクノシステム…KTS，橋梁メンテナンス…KMI，東邦航空…THK，新中央航空…NCA，カワダロボティクス…KRC，工法：プレビーム…PB

川田グループ100年史 技術史4
2004▶2014

		長大橋	複合橋	PC橋	鉄構	建築	環境・防災	保全・維持管理	ロボティクス	航空	IT
2004 (H16) [23]		KII) 台湾新幹線 [25] KII) ★美濃関ジャンクション [23] KCC) ★「PB」安達橋 [23] ★「PB」福島橋 [23] KCC) 江島大橋 [24]			KII) ★ミッドランドスクエア（製作・建方） 丸の内 MY PLAZA 丸の内オアゾ 日本生命丸の内ビル アイーナ　いわて県民情報交流センター 新丸の内センタービル ★栃木工場，ツインノズル溶接ロボットシステム稼働 KII) ★ファミール東京グランリッツ [24] トナミ運輸さがみ支店 トナミ運輸八幡流通センター ポラテック岩井第２工場 [24] KCC) ★川田建設九州工場貯水槽 [25]			KII) 海上保安庁ヘリコプター装備品重整備 [24]		
2005 (H17) [24]	愛知万博「愛・地球博」開催 道路４公団民営化	KCC) ★豊田アローズブリッジ [25]			KII) ★東京ミッドタウン（製作・建方） KII) カルビー滋賀工場 DC 棟 グランスイート文京小石川 [25]			KII) 小型無人航空機 [24,25] ★恐竜型２足歩行ロボット「愛・地球博出展」[25] THK) 和歌山県消防防災ヘリコプター運航 KTS) ★情報共有システム「basepage」			
2006 (H18) [25]		KII) ★九重 " 夢 " 大吊橋 [26] ★新豊橋 [27] 新桜宮橋 [26] KCC) 鬼怒川橋 [25] 「PB」福室跨線橋 [25] KCC) ☆大平高架橋 [22]			KII) ★新丸の内ビルディング [27] KII) ポラテック滋賀工場 住友林業クレスト静岡工場 [26] ファーストウッド福井工場 [27] KII)「K．ウォール」を開発 KII) ★品川区立第二延山小学校屋上緑化 KCC) ★圏央道あきる野市牛沼改良（地下貯水槽）[26]			KCC) コンクリート橋改築（北九州高速）[26] ★床組構造改築（首都高目黒線） ★管内橋梁補修（千住大橋）[27] KMI)「KMA ジョイント」グッドデザイン賞受賞 KII) ★HRP-3P [24,25] THK) ★東北地方整備局よりヘリコプター（みちのく号）の運航維持管理 ★九重 " 夢 " 大吊橋パイロットロープ延線飛行 NCA) ドルニエ３号機就航開始 KTS) V-nas シリーズ「V-WATER Ex」			
2007 (H19) [26]	KII) 富山安居工場操業開始	KII) ★新タコマナロウズ橋 [26] 第三吾妻川橋りょう [32] ★枯松沢橋 [27] 鎧田沢橋 [27] KII) 富山工場安居工場，SC デッキ生産施設設置 KCC) 三和橋 [27] 湯西川ダム２号橋 [27] KCC) ☆長瀬大橋 [27] ☆徳之山八徳橋 [26]			KII) モード学園 スパイラルタワーズ ★Mode Gakuen Cocoon Tower [27] 栃木県庁舎 [26] KII) レーベンハイム川越仲町 [27] 富山県警察学校整備等事業 日本エスコン北綾瀬 ライオンズ聖蹟桜ヶ丘バジーナ KII) にいこく庁舎 B 棟屋上緑化 [28] KCC) 赤坂雨水調整池 [27]			KII) ★HRP-3 [27] トイレアシスト [27,28] ★SP-01 THK) ★東京愛らんどシャトル搭乗者 20 万人達成 KTS) V-nas シリーズ「V-FIELD 道路工事完成図版」			
2008 (H20) [27]	リーマン・ショック G) プレビーム工法採用実績 1000 件達成 [28]	KCC) 豊島大橋 [27] KII) 富山工場安居工場，SC デッキ生産施設設置 KII) 打音法による合成床版の非破壊検査手法の開発 [27] KCC) 渡良瀬第一高架橋 [28]			KII) ★凸版印刷㈱堺工場鉄骨工事（製作・建方） シャープ堺液晶工場（１期） KII) オイレス ECO 近江工場 三進金属工業福島工場増築 [28] レーベンハイム相武台前 [29] KII) 杉並区立方南小学校屋上緑化 [28]			KII) ★横浜ベイブリッジ耐震性向上 [28] ★舞浜大橋補強 [28] KII) ハノーバー・メッセ 2008 HRP-2 招待 [28] ★SP-02 KTS) V-nas シリーズ「V-SABO/Plan」 V-nas ファミリー「V-SABO/Draw」 ★災害情報管理システム，資材管理システム，点検情報共有システム			
2009 (H21) [28]	KTI) 設立　東京・大阪証券取引所市場第１部に上場 KMI) 南砺工場操業開始	KCC) 中河内川橋 [28] 上好間川橋 [28] ★「PB」泉橋 KCC) ☆矢部川大橋 [29] ☆鷺舞橋 [28]			KII) 丸の内パークビルディング KII) ★富山西警察署 [29] トナミ運輸川崎支店倉庫棟・睡眠室棟 レーベンハイム赤羽北 KII) 都立高校９校屋上緑化 [29] KCC) 常永土地区画整理地内４号調整池 [30]			KII) 横浜ベイブリッジ耐震性向上 [29] KCC) 鋼上部工補強（首都高中央環状線） KII) ★セル生産ロボットの開発 [29] ★研究用上体ヒューマノイドロボット「HIRO」[29] ★NEXTAGE [29] NCA) ★計器飛行方式（IRP）許可			

2010 (H22) [29]	KII) 建築事業部にエコプラス推進室発足 THK) 設立 50 周年	KII) ★東京ゲートブリッジ [30] KCC) ★不動大橋 [30] ★永田橋 [30] ☆朝比奈川橋 [30] 「PB」汐入橋 [29] 大迫橋 [30] KCC) ☆野島橋 [30] ☆濁澄橋 [30] ☆村上 IC ランプ橋 [31]	KII) 住友林業川崎バイオマス発電所 日医工ペンタゴン棟 [30] KII) H21 都立高校 7 校屋上緑化 [30] 川崎バイオマス発電所屋上緑化 [30] ★川田工業富山本社事務所棟地中熱空調 KCC) 常永土地区画整理地内 3 号調整池 [31]	KII) 橋梁洗浄技術の開発 [30] ★槇木沢橋補強 [31] KII) 上海万博 HRP-2 デモ [30] ★HRP-4 [30,31] ★日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門技術業績賞受賞 THK) 東京愛らんどシャトル搭乗者 25 万人達成 KTS) 資機材管理システム
2011 (H23) [30]	東日本大震災	KII) 第二音戸大橋 [33] KII) ★「SC デッキ」御幸大橋 [31] KCC) ☆谷津川橋 [31] KII) 「SC デッキ」グッドデザイン賞受賞 KCC) 湯西川 8 号橋 [31] 簗川ダム 8 号橋 [31]	KII) ★東京スカイツリー® [33] ★渋谷ヒカリエ [27] 丸の内永楽ビルディング KII) 昭和西川草加倉庫 [31] サイクルベースあさひ東日本物流センター [32] KII) 東京電機大学屋上緑化 [32] 香港 MTR 屋上緑化実験 [31] 香港クリケットクラブ屋上緑化 [31] ★アメリカンスクール・イン・ジャパン地中熱空調 KCC) 常永土地区画整理地内 1 号調整池 [31]	KII) ★御幸大橋床版補強 [31] KCC) ★床組構造改築（首都高目黒線）[29] KII) ★1.5m 級小型自律無人機 1500 シリーズ [31] ★2011 国際ロボット展 NEXTAGE 他展示 [31] THK) ★東北地方整備局ヘリコプター「みちのく号」東日本大震災被害情報収集 NCA) ドルニエ 4 号機就航開始 KTS) ★建設系 3 次元 CAD「V-nasClair」
2012 (H24) [31]	新東名高速道路開通	KII) ★新湊大橋 ★阿波しらさぎ橋 [32] ★海の中道大橋 [32] KCC) 祓川大橋 [32] 那智勝浦 IC ランプ橋 [32]	KII) ★中之島フェスティバルタワー（製作・建方）[32] ★歌舞伎座タワー（製作・建方）[32] 福島第一原子力発電所 4 号機原子炉建屋カバリング工事 グランフロント大阪・南館・北館タワー B 虎ノ門ヒルズ森タワー JP タワー名古屋 KII) ★ポラテック「ウッドスクェア」[32] 日医工ハニカム棟 [32]	KII) 京浜大橋補強 ★横浜ベイブリッジ補強 [28,29] 晩翠橋補修 KCC) 妙高大橋補強 [32] 内部橋 PC 床版取替 [32] KII) NxProduction リリース NEXTAGE BIEMH2021「Fctory of the Future」賞受賞 [32] KII) ★第 5 回ロボット大賞次世代産業特別賞受賞（グローリー，川田工業）[32] THK) ★東京愛らんどシャトル搭乗者 30 万人達成 ★山形県ドクターヘリ運航
2013 (H25) [32]	KII) ★栃木，四国の工事課を鉄構工事部に統合 KRC) 設立	KII) ★伊良部大橋 [33] KII) ★「SC デッキ」新打尾橋 [34] ★「PB+SC デッキ」南星橋 KCC) 耳川橋 [33] 「PB」源田池橋 [33]	KII) 白山総合車両所（製作・建方） KII) 日本梱包運輸倉庫小川営業所 ポラテック富士工場 [33] ポラテック東北工場 KII) 香港 WKCDA Site Office 屋上緑化 [34] 日本梱包運輸倉庫小川営業所太陽光発電 [33] 鼓月地中熱空調 [33] KCC) ★常永 2 号調整池 [33]	KII) 水戸管内橋梁災害復旧 [33] 貞山橋桁洗浄業務 神谷陸橋長寿命化 KCC) 東北自動車道　福島管内橋梁災害復旧 KMI) ★KMA-320 [32] KII) 沖縄こどもの国「ロボトモ展」[33] 2013 国際ロボット展 [33] NEXTAGE，グッドデザイン賞金賞受賞 NCA) 認定事業場（Dornier228-212・Cessna172P）取得 ★全路線での RNAV 運航実施 THK) 東京愛らんどシャトル就航 20 周年 KTS) V-nasClair 機能拡張システム（★Kit シリーズ）「LAND_Kit」[現 BasicSuite]
2014 (H26) [33]		KII) ★築地大橋 [34] KCC) ☆串川橋 [34]	KII) 新ダイビル 読売新聞東京本社ビル KII) ★富山県立高岡工芸高等学校建築電気土木棟 川崎臨港倉庫埠頭新倉庫・事務所 中国木材日向工場 [34] KII) 馬場地域ケアプラザ屋上緑化 [35] MTR West Island Line, Kennedy Town Station 屋上緑化 [35]	KMI) KMA ジョイント，NEXCO 防水性能規定に適合 [止水性能試験に合格] [34] KII) Japan Robot Week 2014 [34] NCA) 調布－三宅島線路線開設 ドルニエ 5 号機就航 KTS) V-nasClair 機能拡張システム「LINER_Kit」[現 BasicSuite]

凡　例　[ ] 内数字：過去掲載号、★: Vol.41 特集掲載物件、☆: Vol.40 特集掲載物件

会社略称　川田グループ…G，川田テクノロジーズ…KTI，川田工業…KII，川田建設…KCC，川田テクノシステム…KTS，橋梁メンテナンス…KMI，東邦航空…THK，新中央航空…NCA，カワダロボティクス…KRC，工法：プレビーム…PB

川田グループ100年史 技術史5
2015▶2022

		長大橋	複合橋	PC橋	鉄構	建築	環境・防災	保全・維持管理	ロボティクス	航空	IT
2015 (H27) [34]	北陸新幹線開業 KRC) KII からロボティクス事業を承継	KII) ★箱根西麓・三島大吊橋「三島スカイウォーク」[35] KCC) [PB] 池田橋 [35] [PB] 学校橋 [35] KCC) 城山高架橋 [35] 与根高架橋 [35]			KII) ★パナソニックスタジアム吹田(製作・建方) [32] ★京橋エドグラン [35] KII) 住友林業つくば耐火検証棟 日本梱包運輸倉庫寄居営業所 日本梱包運輸倉庫大崎営業所 [35] グランスイート八丁堀 ブランズ溝口 1 丁目 [35] ★南砺消防署 [35] KII) 富山大学地中熱空調 [36]			KCC) 上部工補強 (首都高新宿線) KRC) NEDO [国際実証プロジェクト] フランス市場調査 [35] 2015 国際ロボット展 [36] THK) 新潟県ドクターヘリ運航 ★地質調査飛行 KTS) V-nasClair 機能拡張システム「STR_Kit」		
2016 (H28) [35]	熊本地震	KII,KCC) ★朝明川橋 [35,36] KCC) 興津川橋 [32,36] 「PB」那須工場，プレフレクションの管理にデジタル計測を導入 KCC) 青野滝川橋 [36] 大安高架橋南 [36]			KII) シティタワー国分寺ザ・ツイン(製作・建方・PCa建方) 東京ミッドタウン日比谷 KII) 日本梱包運輸倉庫小川営業所 2 期 日本梱包運輸倉庫北上営業所 大塚倉庫袋井倉庫 [36] ブランズ東品川 KII) MTR South Island Line, Lee Wing Street Ventilation Building 屋上緑化 [36] 品川区立平塚橋特別養護老人ホーム屋上・壁面緑化 [36] 日本梱包運輸倉庫寄居出張所太陽光発電 [36]			KII) ★新北上大橋災害復旧 [36] KCC) 支承・連結装置耐震性向上 (首都高羽田線) [37] ★明治山第二橋 (下り線) 他 1 橋床版改良 [33,35] ★歌高架橋切替改良 [37] KRC) NEDO [ロボット活用型市場化適用技術開発プロジェクト] 参画 KTS) V-nasClair 機能拡張システム「ROAD_Kit」「i-Con_Kit」[現 i-ConCIM_Kit] 河川管理システム		
2017 (H29) [36]		KCC) ★「PB」結幸高架橋 ★「PB」錦江橋 [37] KCC) ☆京田辺高架橋 [35,36] ☆小名浜マリンブリッジ [37]			KII) 渋谷ストリーム 大阪梅田ツインタワーズ・サウス ★渋谷スクランブルスクエア [39] KII) ラックサービス一中部ロジスティクスセンター [37] 大塚倉庫高崎 ★ポラテック西日本佐賀工場 1 期 [37] KII) ★富山県美術館屋上緑化 [37] ★Shatin to Central Link [紗田至中環線] 第 1 期屋上緑化 [39] The MET Costa Mesa Verde Kitchen プランター緑化 [37] 川田工業富山工場新事務所ハイパー・ブレース [37]			KII) 両国ジャンクション付近補修 [37] つつじ吊橋補修 [38] KCC) 上部工補強 (首都高新宿線) [34,36] 用宗高架橋鋼橋補強 [36] KMI) KMS-50W [36,40] KRC) 2017 国際ロボット展 [38] KII) ★HRP-2 PROMET (プロメテ) 未来技術遺産登録 [37] KTS) V-nasClair 機能拡張システム「GEO_Kit」		
2018 (H30) [37]		KII) ★豆谷大橋 [38] ★天龍峡大橋 [38] KCC) ★「PB」八田橋 [38] 恵里美橋 [37]			KII) ★栃木工場，新ボックスライン稼働 KII) 大塚倉庫赤穂営業所 [38] ミツフジ福島工場 [38] KII) 「連続小梁」開発 KII) ★日本 WeP 流通圏央入間物流センター太陽光発電 ★GEOneo® ハイブリッド実用化 [38] 竜ヶ崎飛行場太陽光発電 [38]			KII) 上郷大成高架橋環境対策 [38] 犀川大橋橋梁補修 [38] KCC) 福地川橋床版改良 [38] KTI) ★橋梁用点検ドローン「マルコ」の開発 [38,39] KRC) 新型 NEXTAGE (NXA) [38] KTI) ★橋梁点検用ドローンマルコ KTS) ★建設コンサルタント向け ERP パッケージ「Direct R」 V-nasClair 機能拡張システム「RIVER_Kit」「SABO_Kit」		

2019 (H31～R01) [38]		KTI,KII) 「次世代 3D 溶接マスク」開発 [39] KCC) ★「PB」三渡橋 [39] 「PB」北の橋 [39] 「PB」十三石橋 [39] KCC) ☆秋山高架橋 [39] 浜畑橋 [39] 第 1 橋橋りょう [39]	KII) ★国立競技場 ★有明アリーナ（建方） サンガスタジアム byKYOCERA（製作・建方） Otemachi One タワー，三井物産ビル KII) ★住友林業筑波研究所 [40] ★アイダ設計坂東工場 [40] ★日本梱包運輸倉庫柏原営業所 [40] 田端中学校 ★レーベン西浅草Ⅱ KII) ハイアットプレイス東京ベイ屋上緑化 [39] KII,KCC) ★新座大和田地区雨水流出抑制施設 [40]	KII) JR 財田川橋りょう応急 [38] 吉野川大橋補修 [38] 沖縄都市モノレール補修 [40] ★南本牧はま道路緊急復旧 [41] KCC) ★構造物改良（首都高羽田線）[37,38] ★新連城橋補修 [39] KMI) ★KMS ジョイント，NEXCO 防水性能規定に適合（止水性能試験に合格）[40] KRC) NEXTAGE（NXA）機能安全規格第三者認証取得 NEXTAGE OPEN アップデート [39] NEXTAGE Mobile [39] ★2019 国際ロボット展 [40] ★HRP-2，フランス・シテ科学博物館常設展示 NCA) ドルニエ 7 号機就航 KTS) V-nasClair 機能拡張システム「RIVSTR_Kit」「RC_Kit」
2020 (R02) [39]	新型コロナウイルス（COVID-19）感染拡大 KTS) 設立 50 周年	KII) 筑後川橋 [39] KII) 建設現場用「アバターシステム」共同開発 KII) 「SC デッキスタッドレス」開発 KII) ★「SC デッキスタッドレス」島方橋 KCC) 「PB」下太田橋 [40] 「PB」窪根橋 [40] 「PB」新切目歩道橋 [40] 「PB」新利根川橋側道橋 [40] KCC) ☆登米沢橋 [39]	KII) 有明ガーデン（製作・建方） ヨドコウ桜スタジアム（製作・建方） 常盤橋タワー KII) ★GFY プロジェクト 東京国際エアカーゴターミナル [40] ★「ハイパー・ブレース」開発 [38,39,40] KII) 小城製薬亀岡工場管理棟屋上緑化 [40] ★神奈川大学みなとみらいキャンパスハイパー・ブレース [39] 小城製薬亀岡工場地中熱・空気熱・廃熱併用ハイブリッド型空調 [40]	KCC) 上部工補強（首都高都心環状線） 白川橋他 1 橋震災復旧 [39] KII) ★KM リフト工法 支圧接合用高力ボルトを用いた当て板補強工法「KM リフト工法」の開発 [39] KTI,KII,KRC) ★Tele-Barista [40] KTI) ★次世代 3D 溶接マスク [39] THK) ★東京愛らんどシャトル総飛行時間 30,000 時間，累計搭乗者数 46 万人 NCA) ★オゾンガス発生装置，紫外線殺菌灯導入 KTS) basepage：ISMS クラウドセキュリティ [ISO27017] 取得 V-nasClair 機能拡張システム「WALL_Kit」「KUSSAKU_Kit」
2021 (R03) [40]	TOKYO2020，東京オリンピック開催 KCC) ☆設立 50 周年	KII) ★新町川橋 [41] ★気仙沼湾横断橋 [41] KII,KCC) ★旅川橋（施工中） KCC) 下塩原第一橋梁 [41]	KII) ★東京ミッドタウン八重洲（製作・建方） KTI,KII) ★「川田鉄骨建入れシステム」実証実験 [40] KII) ポラテック西日本佐賀工場 2 期	KII) 首都高池袋線補強 KTI,KCC) ★BridgeStudio® 試験運用開始 [40] KTI) ★マルコ橋梁点検 KII) ★KM リベット工法 KII) ★橋梁建設現場用アバター検査システム実証試験 THK) ★高知県消防防災ヘリコプター 2 号機「おとめ号」運航 ★富山県ドクターヘリ運航 NCA) ★初詣フライト KTS) ★miRU360 V-nasClair 機能拡張システム「BRIDGE_Kit」
2022 (R04) [41]	G) 創業 100 周年		KII) 虎ノ門・麻布台地区第一種市街地再開発事業 A 街区 水戸市新市民会館（建方・燃エンウッド建方）	KII) 豊里大橋耐震補強 [40] 首都高羽田線更新 [38,39,40] 中国自動車道更新 THK) ★伊国製 AW139 型ヘリコプター導入 ★高知県消防防災ヘリコプター 1 号機「りょうま号」運航

凡　例　[ ] 内数字：過去掲載号、★: Vol.41 特集掲載物件、☆: Vol.40 特集掲載物件

会社略称　川田グループ…G，川田テクノロジーズ…KTI，川田工業…KII，川田建設…KCC，川田テクノシステム…KTS，橋梁メンテナンス…KMI，東邦航空…THK，新中央航空…NCA，カワダロボティクス…KRC，工法：プレビーム…PB

橋梁事業（長大橋）

大野 克紀
川田工業㈱橋梁事業部技術部
東京技術部　担当部長

岩崎 義信
川田工業㈱橋梁事業部技術部
東京技術部　部長

川原 桂史
川田工業㈱橋梁事業部生産統括部
生産技術部四国橋梁技術課　課長

1．はじめに

1922 年に川田鐵工所を創業してから 100 年，川田工業の歴史を語る上で，長大橋との関わりは欠かせない。時代の変化に柔軟な対応をしながら，常に技術の向上に努め，長大橋への挑戦を進めてきた。

当社発祥の地である富山県南砺市において，富山工場が現在地で稼働したのは，1945 年である。当時，国鉄や私鉄などの鉄道事業から橋梁への関わりがスタートする。その後，1958 年に栃木工場，1973 年に四国工場を設立していく過程で長大橋製作の主力工場は四国工場になっている。

長大橋と聞くと，吊橋を思い浮かべる方が多いと思うが，本文では吊橋以外の橋梁形式についても紹介し，当社がこれまでに手掛けた代表的な長大橋について年代ごとに振り返る。

2．四国工場の成り立ち

長大橋の主力製作工場となる四国工場は，本州四国連絡橋をターゲットとし，香川県の多度津町が造成した臨海工業地帯において，1973 年 6 月に操業を開始した（**写真 1**）。工場の規模としては敷地面積 15 万 7 千㎡（東京ドーム約 3.4 個分），建屋面積 1 万 7 千㎡，生産能力月産 3 500t を有しており，当時は国内の橋梁業界における最大かつ最新鋭の臨海工場であった（2021 年 8 月現在：敷地面積 18 万 7 千㎡，建屋面積 3 万 9 千㎡）（**写真 2**）。

しかしながら，1973 年 11 月に着工予定であった本州四国連絡橋建設は，突然起こった第 1 次オイルショックにより無期限延期となってしまい，本工事に間に合うように操業したはずの四国工場は，そのあてが大きく外れた。こうした危機を克服するため，景気が低迷していた国内市場から海外市場への進出を図り，米国の橋梁や鉄骨工事などの海外工事を手掛けることで，オイルショックの危機を克服することができた。

その後，本州四国連絡橋建設の工事が再開されると，最初の吊橋建設となった因島大橋を皮切りに，南備讃瀬戸大橋や明石海峡大橋（**写真 3**），多々羅大橋など代表的な長大橋に参画し，四国工場が有する大型の生産設備や，国内最大級（3 700t 級）のフローティングクレーンの接岸をも可能とする係留設備などを駆使してその生産能力を存分に発揮し，この超大型プロジェクトにおけるメインプレーヤーの一角を担った。

1992 年には，構造物試験室を構え，鋼構造物の疲労問題にも取り組み，技術力の向上に努めてきた。

写真 1　操業当時の四国工場（1973 年）

写真 2　現在の四国工場（2021 年）

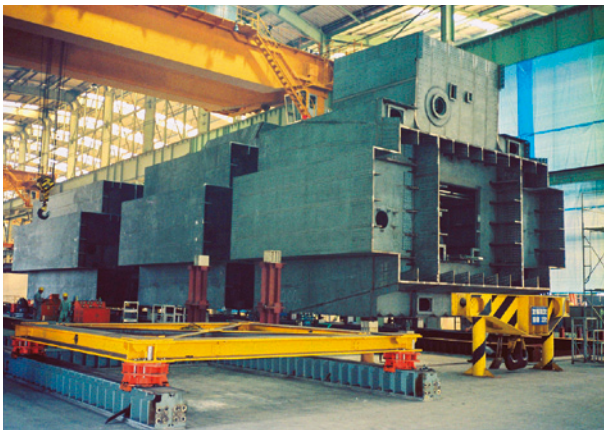


写真 3　明石海峡大橋主塔部材の製作状況（1992）

四国工場においては，現在に至るまで，名だたる大型工事や難工事にチャレンジし，国や自治体，高速道路会社などの発注者から高い評価をいただいている。

また，近年では道路構造物の老朽化に伴う大規模なリニューアルプロジェクトなどの，保全分野にも積極的に参画している。

一方，建築鉄骨においては，とりわけ東京ドームをはじめとする国内の主要ドーム建設プロジェクトや 2002

年に開催されたワールドカップサッカーに向けたいくつもの大型スタジアムの建設に参画してきた。また，都市部においては中之島フェスティバルタワー（大阪市）のメガトラスの製作，六本木ヒルズ（東京都）などの超高層ビルをはじめ，高さ世界一（634 m）の自立式電波塔である東京スカイツリー®（東京都）の建設工事にも参画し，その技術力の高さを示している。

3．長大橋の変遷

（1）1930 年代～ 1950 年代

当社での長大橋建設の起源となるのが，1932 年に富山県庄川に架橋された支間長 102m の吊橋，平橋（**写真４**，右）である。吊橋に関する詳細な記録は残っていないが，現在の平橋（**写真４**，左）は上路トラス橋となっており，吊橋は撤去されている。

1950 年代後半には，それまでの吊橋施工法を改良した「補剛吊橋のプレストレスによる架設方法」を発明し，1961 年に特許を取得している。本工法による最初の吊橋が，富山県庄川にかかる支間長 104m の大渡橋 Vol.8,11（**写真５**）である。1991 年には，著しく損傷していた RC 床版を鋼床版に取替えている。本橋は当社施工で現存する最古の吊橋となっている。

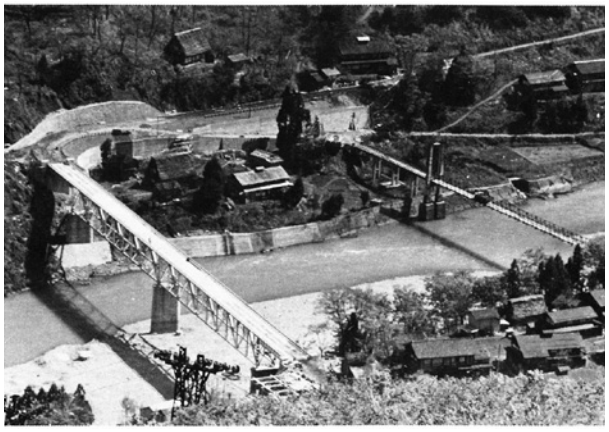


写真４　平橋（1932）

出典：越中五箇山 平村史，写真集 明治大正昭和 砺波

写真５　大渡橋（1958）

（2）1960 年代

1960 年代に入ると，前述の施工法による吊橋として，支間長 107.6m の美恵橋 Vol.5（**写真６**，岐阜県），支間長 128.7m の西羽賀橋（**写真７**，福島県），支間長 90m の市野橋（**写真８**，秋田県），支間長 158m の八幡橋（**写真９**，奈良県 - 京都府）が次々と施工されていく。

写真６　美恵橋（1960）

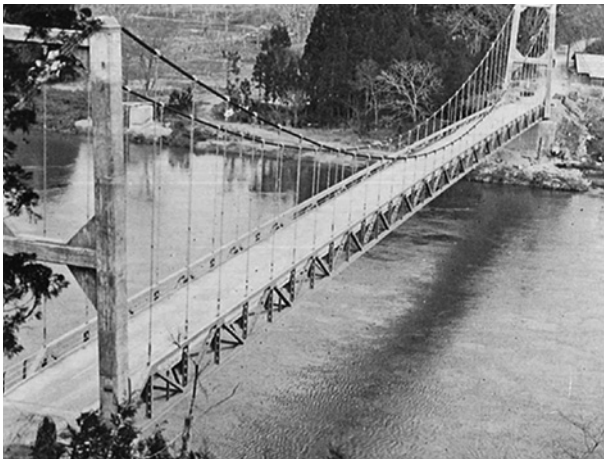


写真７　西羽賀橋（1962）

写真８　市野橋（1962）

写真９　八幡橋（1968）

西羽賀橋は，日本で最初のコンクリート製ロッキングタワーを使用した吊橋であり，市野橋は，世界で初めてセンターステイにスプリングを組み込んだ吊橋である。また，八幡橋は重橋床式吊橋で，主ケーブル施工においてPWS工法を日本で最初に採用した。本橋におけるPWS工法の技術が，この後の本州四国連絡橋に大いに活かされることとなる。

（3）1970年代

1970年代に入り，長大橋へのチャレンジはさらに加速する。関門海峡に架かる支間長712mの吊橋，関門橋[Vol.3]（**写真 10**，山口県 - 福岡県）は，開通時点で日本および東洋最長の吊橋であり，日本における長大吊橋の幕開けとなった。本橋においては，川田建設がケーブル工事に参画した。

当社初の支間長200m超えとなった吊橋は，若生子大橋[Vol.1]（**写真 11**，福井県）で201.6mの長さである。補剛トラスをブロック単位に組立て，直下吊り工法で施工している。また，当社施工で海外最初の長大吊橋となったのは，フィリピンのマガピット吊橋[Vol.2]（**写真 12**）で，支間長256.6mである。日・比友好道路の一環をなす吊橋である。

写真 10　関門橋（1973）［S48 田中賞］

写真 11　若生子大橋（1976）

写真 12　マガピット吊橋（1978）

アーチ橋に目を向けると，日本で２番目に架設された支間長130mのバスケットハンドル型ニールセンローゼ橋の愛本橋（**写真 13**，富山県）や，建設当時，上路式ローゼ橋として東洋一を誇ったアーチ支間190mの六方沢橋[Vol.1]（**写真 14**，栃木県）を施工した。愛本橋においては，斜材となるケーブル部材の張力調整に，最適化手法を用いた。

写真 13　愛本橋（1971）

写真 14　六方沢橋（1978）

斜張橋では，白川郷・五箇山地方の代表的建物である切妻合掌造りを表現した最大支間長 144m の２径間連続ファン型斜張橋の合掌大橋 [Vol.2]（**写真 15**，富山県）があり，当社が初めて手掛けた斜張橋となる。

写真 15　合掌大橋（1978）

（4）1980 年代

1980 年代は，国内のビッグプロジェクト本州四国連絡橋建設の全盛期を迎えることとなるが，最初に架設された吊橋が支間長 770m の因島大橋 [Vol.2,4]（**写真 16**，愛媛県）である。本州四国連絡橋３ルートのうち，尾道・今治ルートに属し広島県向島と因島を結ぶ。本橋においては，補剛桁工事を共同企業体の代表として施工した。因島大橋については，架設途中での振動試験や応力計測を実施し，本橋の計測データがその後の長大吊橋の施工に活かされることとなった。

神戸・鳴門ルートに属する大鳴門橋 [Vol.1,2,3]（**写真 17**，徳島県）では，川田建設がケーブル工事に参画した。

1988 年に供用を迎えた児島・坂出ルートの橋梁群は道路鉄道併用橋であり，香川県櫃石島と岩黒島を結ぶ斜張橋の櫃石島橋 [Vol.5,6,7]（**写真 18**），備讃瀬戸南航路を跨ぐ吊橋の南備讃瀬戸大橋 [Vol.5,6,7]（**写真 19**，香川県），

写真 16　因島大橋（1983）

写真 17　大鳴門橋（1984）[S60 田中賞]

写真 18　櫃石島橋（1988）[S63 田中賞]

海峡部の最も四国側に位置するトラス橋の番の州高架橋 [Vol.5,6,7]（**写真 20**，香川県）を施工した。海峡部の最も本州側に位置する下津井瀬戸大橋（岡山県 - 香川県）では，ケーブル工事に川田建設が参画した。櫃石島橋は完成時には，隣接の岩黒島橋と並んで道路鉄道併用橋としては世界最大級の斜張橋となった。

また，南備讃瀬戸大橋は，支間長１ 100m を有する３径間連続補剛トラス吊橋であり，最大支間長がついに

1 000m を超えて，当時，日本最長を誇る吊橋となった。

番の州高架橋は，中央支間長が 180m であり，支間長が長いため主構高を変化させた曲弦ワーレントラス形式としている。

写真 19　南備讃瀬戸大橋（1988）[S63 田中賞]

写真 20　番の州高架橋（1988）

横浜市の象徴的構造物のひとつといえる横浜ベイブリッジ[Vol.7,8,9]（**写真 21**）は，本牧ふ頭と大黒ふ頭を結ぶ全長 860m，中央支間長 460m の 3 径間連続斜張橋で，補剛桁の上層は横浜市道高速湾岸線，下層は国道 357 号が通る二層構造である。補剛桁架設は，側径間部が起重機船（以後，FC）相吊りによる大ブロック架設工法，中央径間部が 1 パネルごとの張出し架設工法であった。

写真 21　横浜ベイブリッジ（1989）[H1 田中賞]

（5）1990 年代

1990 年代には，本州四国連絡橋の全ての橋梁が完成し，全線開通を迎えることとなるが，ポスト本四となるさまざまな海峡横断プロジェクトも注目されるようになる。当社では，1992 年，栃木県に多目的風洞施設を建設し，ポスト本四の超長大吊橋の実用化に向けた共同研究に参画し，耐風安定性確認のための風洞試験を開始した。

関西国際空港連絡橋[Vol.9,10,11]（**写真 22**）は，関西国際空港と大阪府泉南地区を結ぶ全長 3 750m の空港連絡橋で，6 連の鋼 3 径間連続トラス橋および鋼箱桁橋で構成されている。当社は，最も泉南地区よりの 1 連（最大支間長 150m）を共同企業体の代表として施工した。架設工法は，架橋地点が海上部であり一般航行船舶への影響を最小限にするため，FC による大ブロック（四国工場で大組立して海上輸送）一括架設工法を採用した。

レインボーブリッジ[Vol.12,13]（**写真 23**）は，東京都の芝浦ふ頭と台場間を結ぶ首都高速 11 号台場線において，東京港を横断する位置に架かる中央支間長 570m の吊橋で，当時，東日本では初の本格的吊橋であった。本橋は，首都高速道路のほかに都心と臨海副都心を結ぶ都道（臨海道），臨海新交通システムおよび遊歩道からなる二層構造の併用橋である。

写真 22　関西国際空港連絡橋（1991）[H3 田中賞]

写真 23　レインボーブリッジ（1993）[H5 田中賞]

西宮港大橋[Vol.13,14]（**写真 24**）は，兵庫県西宮市の甲子園浜と西宮浜の両埋め立て地を結ぶ支間長 252m のバスケットハンドル型ニールセンローゼ橋であり，当時，この形式では日本最大級の規模であった。

東京湾アクアライン[Vol.14]（**写真 25**）は，神奈川県川崎市と千葉県木更津市を結ぶ延長 15.1km の道路で，そのうち川崎市側約 10km が海底トンネル，木更津側約 5km が橋梁部である。当社は橋梁部全 6 工区のうち，10 径間連続鋼床版箱桁工区（最大支間長 80m）を共同企業体の代表として施工した。

城ヶ倉大橋[Vol.16]（**写真 26**）は，青森県八甲田山麓に架橋された上路式アーチ橋で，アーチ支間長 255m は本橋梁形式では日本一の長さとなる。架橋地点の地形条件よりアーチライズの極めて小さいへん平な構造が特徴である。

写真 24　西宮港大橋（1994）

写真 25　東京湾アクアライン（1994）[H8 田中賞]

写真 26　城ヶ倉大橋（1995）

白鳥大橋[Vol.15]（**写真 27**）は，北海道室蘭港の湾口部を連結する中央支間長 720m の吊橋で，耐風安定性を確保するためのフェアリングが設置された箱桁形式が採用されている。完成当時，東日本では最大の吊橋であった。

写真 27　白鳥大橋（1996）[H10 田中賞]

当社の長大橋の歴史における集大成ともいえる橋梁が，明石海峡大橋[Vol.13,15,18]（**写真 28**，兵庫県）である。本州四国連絡橋の神戸・鳴門ルートに属し，橋長 3 911m，中央支間長 1 991m の規模を誇り，過去の実績を大幅に上回る当時世界最長の吊橋である。当社は主塔工事および補剛桁工事に参画し，川田建設がケーブル工事に参画した。吊橋の主塔工事としては当社が初めて製作，架設を行った工事となる。補剛桁工事は，全 4 工区のうち最も淡路島側の工区を共同企業体の代表として施工した。

来島海峡大橋[Vol.18]（**写真 29**，愛媛県）は，本州四国連絡橋の尾道・今治ルートに属し，急潮流で海の難所として知られる来島海峡の約 4km 区間を第 1，第 2，第 3 大橋の 3 つの吊橋で横断する世界初の 3 連吊橋である。当社は，最も本州側に位置する中央支間長 600m の第 1 大橋を共同企業体の代表として施工した。補剛桁の架設は，新たに開発した自航台船を用いて直下吊り架設工法で行った。

写真 28　明石海峡大橋（1998）[H9 田中賞]

写真 29　来島海峡大橋（1999）［H10 田中賞］

（6）2000 年代

北上大橋 Vol.23（**写真 30**）は，岩手県一関市弥栄地区と川崎村薄井地区を結ぶ国道 284 号に位置し，橋長 482m，中央支間長 208m のバランスドタイドアーチ橋である。世界的にも珍しい橋梁形式で，同形式で有名な橋にオーストラリアのシドニーハーバーブリッジがある。

九重 " 夢 " 大吊橋 Vol.26（**写真 31**）は，大分県九酔渓の鳴子川渓谷を跨ぐ中央支間長 390m の無補剛人道吊橋であり，当社が施工した栃木県のもみじ谷大吊橋 Vol.19 の中央支間長 320m を抜き，建設当時は人道吊橋として日本一であった。床組には川田建設にて製作したプレキャスト床版を使用している。本橋は観光目的で計画された有料の吊橋であり，開通当初から多くの観光客が訪れ，完成から 11 年目の 2017 年に来場者が 1 000 万人に達した。

枯松沢橋 Vol.27（**写真 32**）は，岩手県釜石市に架かるアーチ支間長 210m の上路式ローゼ橋で，国内最大級の規模となる。深く険しい沢を跨ぐ高さ 80m の架橋条件のためケーブルエレクション斜吊工法で施工された。

新タコマナロウズ橋 Vol.27（アメリカ合衆国ワシントン州，**写真 33**，左）は，片側 2 車線のタコマナロウズ橋（**写真 33**，右）の交通渋滞緩和を目的として，既設橋に併設された。中央支間長が 853m の補剛トラス吊橋であり，当社は共同企業体の一員として，主ケーブルおよび補剛桁の製作・輸送・現地工事のエンジニアリングを行った。

写真 30　北上大橋（2001）［H15 田中賞］

写真 31　九重 " 夢 " 大吊橋（2006）［H19 田中賞］

写真 32　枯松沢橋（2007）

写真 33　新タコマナロウズ橋（2007）

国内の道路橋吊橋では，広島県の安芸灘諸島連絡架橋のうち，中央支間長 750m の安芸灘大橋 Vol.19 において当社が補剛桁工事に，中央支間長 540m の豊島大橋 Vol.27 においては，川田建設がケーブル工事に参画した。豊島大橋の建設以後，国内での道路橋吊橋は施工されていない。

（7）2010 年代

東京ゲートブリッジ Vol.30（**写真 34**）は，東京港臨海道路Ⅱ期事業の一環として，東京港第三航路を跨ぐ 3 径間連続トラス・ボックス複合橋である。中央支間長は 440m であり，側径間トラス部の大ブロック架設は，国内最大級の FC　3 隻による相吊一括架設を行った。

写真 34　東京ゲートブリッジ（2010）［H23 田中賞］

吊り上げ部材は長さ 232m，高さ 35m，幅 24m，重量は約 6 800t に及ぶ。

新湊大橋 Vol.28,30（**写真 35**）は，富山県射水市海王町～同海竜町に架かる中央支間長 360m の 5 径間連続鋼・コンクリート複合斜張橋である。日本海側では最大規模を誇る斜張橋である。桁形式は鋼床版箱桁形式で主桁下面に自転車歩行者道を吊下げる構造となっている。

阿波しらさぎ大橋 Vol.29,32（**写真 36**）は，徳島県の徳島外環状道路の東側部分に位置し，吉野川河口を渡河する橋梁で，最大支間長 260m の 4 径間連続ケーブルイグレット橋である。干潟に生息する希少種への影響を考慮し，長支間化と低い主塔高さ，さらにケーブル段数を減らすことが可能なケーブルイグレット形式が採用された。

写真 35　新湊大橋（2012）［H24 田中賞］

写真 36　阿波しらさぎ大橋（2012）［H24 田中賞］

海の中道大橋 Vol.32（**写真 37**）は，福岡市のアイランドシティー地区と雁の巣地区とを結ぶアーチ支間長 140m の 3 径間連続鋼床版バランスドアーチ橋である。当社が製作した中央径間部分は四国工場で地組立てを行い台船での海上輸送後，側径間からジャッキによる吊り上げ架設を実施した。

伊良部大橋 Vol.33（**写真 38**）は，沖縄県の宮古島と伊良部島を結ぶ最大支間長 180m の 3 径間連続鋼床版箱桁橋である。高温多湿に加え，台風が頻繁に通過する海上部に架かるため，厳しい気象条件下において 100 年の耐久性確保に配慮し，アルミニウム・マグネシウム合金溶射の上に C-5 塗装系を組み合わせた防錆仕様としている。

写真 37　海の中道大橋（2012）

写真 38　伊良部大橋（2013）［H26 田中賞］

築地大橋 Vol.34（**写真 39**）は，東京都環状 2 号線のうち中央区築地と勝どきを結ぶ橋梁で，隅田川に 39 番目に建設された中央支間長 145m の 3 径間連続中路式アーチ橋である。中央径間の左右に傾斜した上横支材のない双弦アーチと平面的に緩やかに弧を描いている歩道が特徴である。

箱根西麓・三島大吊橋 Vol.35（**写真 40**）は，静岡県三島市で富士山や駿河湾を一望できる風光明媚な位置に架橋された中央支間長 400m の無補剛人道橋であり，前述の九重“夢”大吊橋の支間長を超え，同形式としては現在，日本一の長さを誇る。風洞試験によりフェアリングや床面にグレーチングを配置する等の耐風対策を採用している。本橋は，九重“夢”大吊橋同様，観光目的で計

画され，開通から６年目で来場者が 500 万人に達した。

豆谷大橋 Vol.38（**写真 41**）は，富山県南砺市の利賀ダム建設の一環で整備された支間長 218m の中路式ローゼ橋である。アーチ系橋梁としては珍しく，補剛桁を送り出し工法で先行架設し，越冬後の翌年，アーチリブを補剛桁上のトラベラークレーンで架設する工法を採用した。

天龍峡大橋 Vol.38（**写真 42**）は，長野県飯田市の名勝天竜峡に位置し，天竜川と JR 飯田線を跨ぐ支間長 220m の上路式アーチ橋である。名勝の景観に配慮して，一般的なアーチ橋に比べへん平でスレンダーなアーチリブ形状となっている。桁下には歩行者が通行できる空間が設けられ名勝天竜峡を周遊できる遊歩道の一部となっている。

写真 39　築地大橋（2014）［H30 田中賞］

写真 40　箱根西麓・三島大吊橋（2015）

写真 41　豆谷大橋（2018）［R1 田中賞］

写真 42　天龍峡大橋（2018）［H30 田中賞］

（8）2020 年代

気仙沼湾横断橋 Vol.41（宮城県）は，東日本大震災の復興道路として整備が進められた三陸沿岸道路の気仙沼港を横断する海上部に架かる中央支間長 360m の３径間連続鋼斜張橋である。当社は小々汐工区側を共同企業体の一員として参画した。2021 年３月の開通により宮城県内で復興道路として整備が進められていた延長約 126km が全区間開通となった。

新町川橋 Vol.41（徳島県）は，四国横断自動車道の新町川に架かる中央支間長 250m の３径間連続鋼床版箱桁橋である。本橋梁型式としては国内最大級の支間長を誇り，鋼桁重量は 8 500t，総幅員は 28.64m にもおよぶ。当社の四国工場において，中央径間部の長さ 160m，重量 3 200t の大ブロックを工場敷地内で地組立し，台船で現地に輸送後，国内最大級の FC にて架設した。

2020 年代の２橋については，本巻（Vol.41）のグラビアと新町川橋は論文も掲載されているため参照願いたい。

４．おわりに

当社は，創業以来 100 年の歴史のなかで，たゆみない技術への挑戦を続け，種々の長大橋の建設工事に参画し社会資本整備の一端を担ってきた。

今後は，これまでに培った長大橋の多様な技術を伝承していくとともに，さらなる技術の向上を目指し，超長大橋ビッグプロジェクトが実現することを期待したい。

最後に，本文では各年代の代表的な長大橋を紹介したが，紙面の関係で紹介できなかった長大橋も多数存在することを付け加えておく。

～謝辞～

当社の長大橋建設の起源である平橋（吊橋）の写真掲載にあたり，出典元となる書籍をご紹介いただきました富山県民生涯学習ビレッジ砺波地区センター学習専門員山本良一様，山本様へと導いてくださいました，となみ野 .jp のサイト運営責任者 須磨孝一様，越中五箇山 平村史に掲載されていた平橋（吊橋）の写真使用をご承諾いただいた南砺市文化・世界遺産課のご担当者様に本紙を借りて厚くお礼申し上げます。

橋梁事業（複合橋）

岩田 幸三
川田工業㈱橋梁事業部技術部
大阪技術部　部長

藤林 博明
川田工業㈱橋梁事業部技術部
担当部長

中山 良直
川田建設㈱技術本部　技術部長

1．はじめに

複合橋とは，「合成構造」と「混合構造」を広く包含する構造の総称であり，川田グループでは，早くから複合橋に取り組み，多くの実績を挙げている。

合成構造は，構造物の「断面」が異質の材料で構成された構造であり，鉄筋やPC鋼材とコンクリートが合成されたRC・PC桁，鋼桁とコンクリートが合成されたプレビーム桁などが代表的な構造である。

一方，混合構造は，構造物を構成する「部材」が鋼やコンクリートなど，単一材料を組み合わせて構成されている構造である。代表的な材料は鋼とコンクリートであり，この両者を組み合わせることで両者の弱点を補い合う合理的な構造が可能となる。

複合構造の詳細については，1994年に技報堂出版より発刊の「複合構造橋梁」（川田忠樹 監修）をご覧いただきたい。また，2000年の川田技報Vol.19では，「鋼とコンクリートの融合～川田グループにおける複合橋梁への取り組み～」という題で11ページの特集を組んでいる。

2．富山工場について

（1）富山工場の成り立ち

川田グループのルーツは富山県南砺市であり，富山工場は1928年に建てられた川田鐵工所から始まった。川田鐵工所創業の頃は，鉄筋や鉄骨の請負工事，陸軍からの手斧や拍車の製造・販売を行い，第２次世界大戦中には大砲の弾底も取り扱っていた。戦後は国内復興需要に応えるべく，農業組合への農機具部品の提供や，旧国鉄から車両のバネや部品，鋳造品，荷役機械，保線機械，土木・建築・電気工事を受注し，車両部門の拡大とともにそれぞれの製造を支える工場や施設の増改築や設備の移設が繰り返し行われた。1949年には現在の富山工場（**写真１，２**）がある場所に主な工場と施設が移設され，高度経済成長とモータリゼーションを支える道路整備の需要に応えるため，1962年に橋梁製作工場，1963年に橋梁組立工場が増築された。

また，最近では安居工場（**写真３**）が2007年に鋼コンクリート合成床版（SCデッキの鋼パネル）の生産施設として新設され，現在の姿になっている。

（2）富山工場における複合構造物の製造

富山工場では，一般橋梁や鉄骨の製作に加え，プレビーム合成桁の製作（**写真４**）も行っている。富山工場のプレビーム合成桁の製作は，鋼桁の製作に加え下フランジコンクリート施工とコンクリートへのプレストレス導入までの複合橋としての一連の施工を行っており，この橋梁形式が1968年に国内で初めて採用されて以降50年以上もの間，当工場の主力製品の一つとなっている。

また，安居工場の主力は1990年頃から採用され始めた少数主桁形式などの合理化桁における長支間に適応可能な高耐久性床版であるSCデッキの製作（**写真５**）となっており，合理化桁の採用増加にともない生産量も増加し，床版取替え工事用のプレキャスト床版も含め2020年までの施工面積が457万㎡にのぼる。

当社は国内業界のなかでも複合構造物の先駆者的な役割を担ってきており，そのなかで富山工場はモノづくりの面でこれら複合構造物の発展に大きく貢献してきたといえる。

写真１　1955年頃の富山工場

写真２　2020年の富山工場

写真３　安居工場（2008）

写真４　プレビーム合成桁の PF 状況（2015）

写真５　SC デッキハンガーブラスト装置（2020）

３．複合橋

（1）初期の複合構造

最初の本格的な複合橋は 1981 年に完成した，やすらぎ橋 [Vol.2,3]（**写真６**，富山県）である。橋長 80.5m の PC 片斜張橋で，張出し架設で施工した。主桁は架設時の吊支保工桁を埋め込んだ SRC 断面である。施工中は，ひずみゲージによる主桁応力測定と振動法による斜ケーブル張力測定をおこない，設計･施工の妥当性を検証した。

（2）本四の複合橋

本州四国連絡橋プロジェクトにも数多く参加し，1991 年の生口橋 [Vol.7,10,11]（**写真７**，広島県）は橋長 790m，1998 年の多々羅大橋 [Vol.14,18]（**写真８**，広島県 - 愛媛県）は橋長 1 480m で，いずれも 3 径間連続複合箱桁斜張橋である。

一般的な 3 径間の斜張橋は支間比が 1:2:1 だが，両橋とも中央径間を長くするために，中央径間を鋼桁とし側径

写真６　やすらぎ橋（1981）

間を PC 桁とすることで 1:3:1 としている。鋼桁と PC 桁の接合は鋼殻セル構造であり，その技術は次に示す混合橋へ受け継がれている。

写真７　生口橋（1991）[H3 田中賞]

写真８　多々羅大橋（1998）[H10 田中賞]

（3）混合橋

鋼桁と PC 桁の接合に鋼殻セル構造を用いた混合橋については，2000 年の新川橋・吉田川橋 [Vol.19,20]（**写真９**，香川県）が最初である。桁橋は斜張橋と異なり曲げモーメントが大きくなるため，鋼殻セル構造の接合位置を曲げモーメントが小さく，かつ交番しない部分に設けることとした。新川橋・吉田川橋では，ずれ止め部の応力伝達状況確認や充填確認の試験を行い，構造の妥当性を確認した。その経験をもとに 2004 年の美濃関ジャンクション [Vol.23]（岐阜県），2016 年の朝明川橋 [Vol.35,36]（**写真 10**，三重県）などを施工しており，2021 年現在，旅川橋（富山県）が施工中である。

写真９　新川橋（2000）

写真 10　朝明川橋（2016）［H28 田中賞］

（4）波形鋼板ウェブ橋

波形鋼板ウェブ橋は，PC 箱桁橋のコンクリートウェブを波形鋼板にすることで主桁自重を軽減し上下部工のコスト縮減を図った橋梁形式である。2000 年の鍋田高架橋 Vol.21（愛知県）は，桁橋構造であるが最大支間長は 91.5m で，固定支保工施工の一般的な PC 箱桁の適用支間長（60m 程度）の 1.5 倍の支間長である。また，桁高 3.2m で桁高支間比 1/28.6 というスレンダーな構造である。2005 年の豊田アローズブリッジ Vol.25（**写真 11**，愛知県）は橋長 820.0m の 4 径間連続複合斜張橋で，波形鋼板ウェブ PC 箱桁と鋼箱桁の混合構造は世界初である。上下線 8 車線が一体で総幅員は 43.8m である。

写真 11　豊田アローズブリッジ（2005）［H16 田中賞］

（5）合理化トラス桁橋

2003 年に完成した江黒橋 Vol.24（**写真 12**，岐阜県）は，２径間連続合成ワーレントラス橋であるが，従来のトラス橋とは異なり，対傾構と縦桁を省略することにより構造の合理化と現場作業の省力化を図った。なお，床版には PC 床版を採用している。

写真 12　江黒橋（2003）

（6）鋼管トラスウェブ橋・複合トラス橋

2010 年には，不動大橋 Vol.30（**写真 13**，群馬県）が世界で初めてエクストラドーズド橋に鋼管トラスウェブを適用した。また，永田橋 Vol.30（**写真 14**，東京都）では，道路橋で唯一のスペーストラス構造が採用され，トラス間を縫うように外ケーブルが配置されている。

写真 13　不動大橋（2010）［H22 田中賞］

写真 14　永田橋（2010）

4．プレビーム

プレビーム合成桁は，鋼桁に床版とプレストレスを導入した下フランジコンクリートを合成させた二重合成構造として 50 年以上の実績があり，複合橋の分野で先駆的な役割を果たしてきた。分割工法や連続桁工法などの開発を重ね，橋梁では 1100 橋以上，建築梁でも 100 件以上の実績がある。

（1）最初のプレビーム合成桁橋

1968 年に日本で最初のプレビーム合成桁橋として大阪市で玉津橋（**写真 15**）が架設された。この橋は，供用開始から 16 年後の 1984 年に河川改修のため撤去されたが，撤去された桁を活用し，疲労試験を初め，静的破壊試験など各種の試験が行われた。これらの試験で得られた貴重なデータは，その後のプレビームの発展に大きく貢献している。

写真 15　玉津橋（1968）

（2）分割工法，連続桁工法の普及

1980 年頃から施工時の振動や騒音などの現場周辺環境に与える影響に配慮するため，現場工期の短縮が求められた。これに対応するため，工場で応力導入した主桁を短く分割して輸送・架設する分割工法が開発された。1983 年に口羽跨線橋 Vol.3（島根県）にて初めて採用され，現在ではほぼ全ての橋梁で採用されている。

その後，プレビームにおいても走行性・耐震性・経済性に優れた連続桁型式の開発が行われ，1989 年に大阪市で中間支点上の床版にプレストレスを導入しない連続桁構造として尻無川新橋 Vol.9，富山県でプレストレスを導入する連続桁構造として二上大橋 Vol.9（**写真 16**）が相次いで施工された。

写真 16　二上大橋（1990）

現在，中間支点上の床版はプレストレスを導入しない連続桁構造が主流であり，連続桁の最大径間数は結幸大橋（**写真 17**，滋賀県）の８径間連続となっており，最大支間長は泉橋（福井県）の 63.2 mとなっている。

写真 17　結幸大橋（2017）

（3）鋼板ウェブ仕様

鋼桁ウェブ部分のコンクリート被覆に替わる防錆仕様として，耐候性鋼材や金属溶射を採用した鋼板ウェブ仕様が開発された。全体工事費や死荷重の低減が可能であり，2001 年下岡橋 Vol.20（兵庫県）に初採用されて以降，桁高が 1m を超える多くの橋梁に採用されている。また，鋼板ウェブ仕様の採用により，合成床版の SC デッキと組み合わせた 2013 年の南星橋（**写真 18**, 富山県）では，現場工期の短縮化，床版の耐久性向上に貢献している。

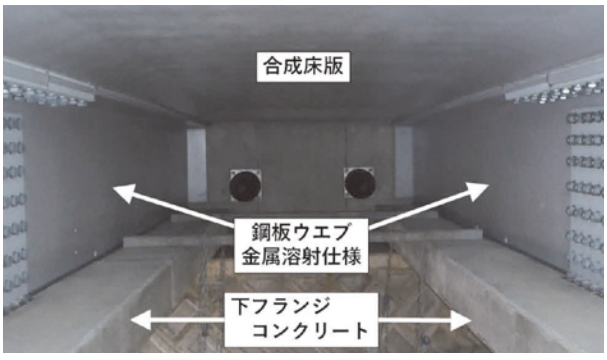


写真 18　南星橋（2013）

（4）ポータルラーメン橋

八田橋 Vol.38 は，旧橋が橋長 26.9m の RC ３径間ゲルバー橋であったが，2018 年に支承と伸縮装置がなく維持管理に優れたポータルラーメン構造のプレビーム合成桁橋に架け替えられた。プレビームで初のポータルラーメン構造となった八田橋（**写真 19**，富山県）では，桁高が低く橋台と桁を剛結する隅角部の配筋が高密度状態になるが，SC スラブ橋（合成床版橋）の端部ずれ止め構造を活用し，配筋要領を工夫することで解決した。

写真 19　八田橋のラーメン構造接合部（2018）

（5）多点プレフレクション

前出の八田橋では多点プレフレクション工法が採用されている。応力導入では，設計曲げモーメントを包含するプレフレクション（Pf）曲げモーメントを載荷するが，従来は２点に集中荷重を載荷して台形の Pf 曲げモーメントを載荷していた。多点プレフレクションでは Pf 点を増やすことで，**図１**のように設計曲げモーメントの放物線形状に近似した Pf 曲げモーメントを載荷させることができ，効率的な断面構成が可能となり，鋼桁断面の縮小や桁高低減を図ることができる。

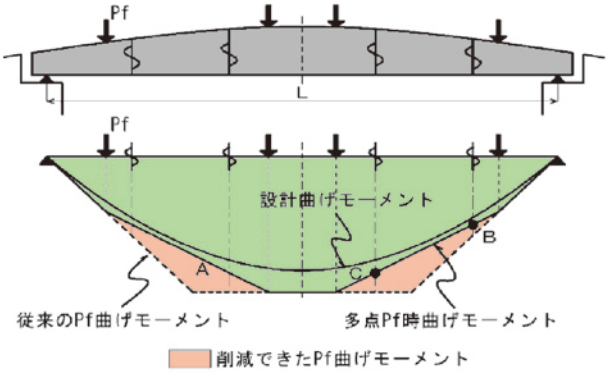
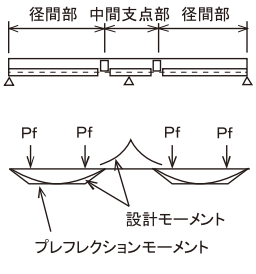
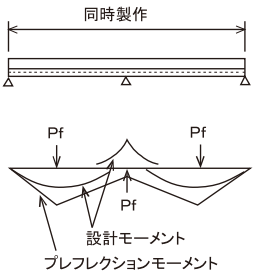


図１　多点 Pf 工法での曲げモーメント

また，1994 年の木津橋 [Vol.14]（富山県）では，２径間連続桁において，25.3m の主桁を一括で輸送が可能なこと，桁高が低く鋼桁の連結が困難なことから，**表１**のような連続桁状態の３点 Pf 工法が採用されている。

表１　３点 Pf 工法

２点プレフレクション工法	３点プレフレクション工法
	

（6）特殊な架設工法

プレビーム桁の架設は，径間部にベントを設置したトラッククレーンベント架設が一般的であるが，架設条件に合わせて特殊な架設方法を採用することも可能である。

2002 年のパーキングエリアの上下線間を結ぶラブリッジまっとう [Vol.22]（石川県）では，高速道路の本線を一晩だけ通行規制して，橋面工まで施工した橋梁を一括架設した。単純プレビーム橋としては最長支間 60m の橋梁で，床版・地覆コンクリート，高欄設置後の橋体重量は約 480t，サンドル材等を含めると約 660t の上部工を 250t 積み大型自走台車 4 台にて組立てヤードから架設場所まで 250m 運搬して据え付けた（**写真 20**）。

写真 20　大型自走台車で運搬中の
ラブリッジまっとう（2002）

2004 年の安達橋 [Vol.23]（福島県）では，橋長 173m の４径間連続桁において，河川内の使用制限と架設後のベント解体が困難なことから，３径間分の主桁を連結した状態で幅員方向に移動させる一括横取り架設を採用した（**写真 21**）。

写真 21　連続桁を一括横取り中の安達橋（2004）

2017 年の錦江橋 [Vol.37]（大分県）では，５径間連続桁で，径間部のプレビーム桁端部に橋脚上の門構吊り位置まで延ばしたエレクションノーズを取り付け，ノーズ部分を吊り上げる架設桁架設が採用された（**写真 22**）。プレビーム桁は PC のプレテン桁と違い中間支点上で部材が分割されておらず，通常は径間部の部材を吊るための架設桁を併用する必要があるが，この架設桁を省略できた。

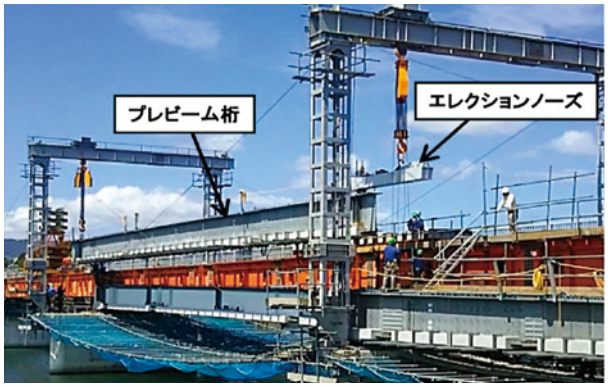


写真 22　ノーズで桁を吊上げ中の錦江橋（2017）

（7）埋設型枠（アーチフォーム）

従来の場所打ち床版の施工は，支保工と木製型枠を用いていたが，型枠作業の省力化と工程短縮を図るためにアーチフォーム工法を開発した。アーチフォーム（**写真 23**）は，セメント系材料を押出し成形で製作した埋設型枠で，アーチ形状にすることで施工時の荷重を支持できる。これにより支保工や型枠の解体撤去作業が不要になる。

輪荷重走行試験などで性能を確認し，2004 年の福島橋 Vol.23（徳島県）で初めて採用された。以降は，主桁間隔が 2.5m 程度までのプレビーム橋で採用が増えている。近年では主桁間隔が 3m 程度まで適用できるように断面形状を改良した新型の長支間アーチフォームが開発され，アーチ形状を 3 次曲線にすることで床版コンクリート重量増の削減も図っている。2019 年の三渡橋 Vol.39（**写真 24**, 三重県）に新型の長支間タイプが採用されている。

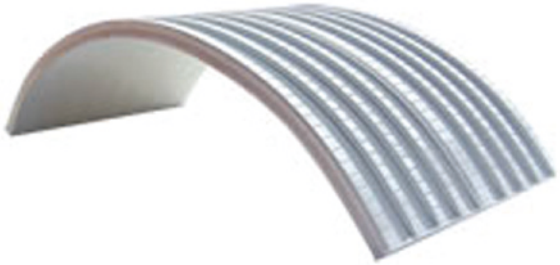


写真 23　アーチフォームの外観

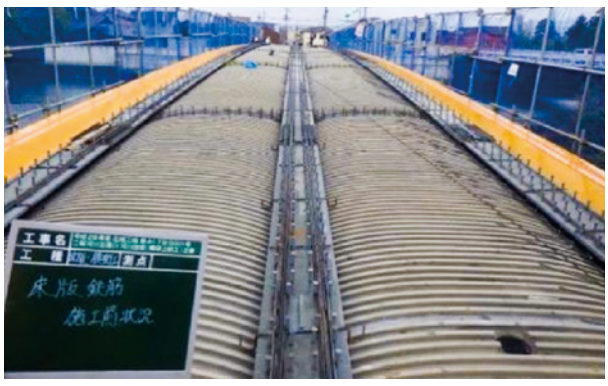


写真 24　新型アーチフォーム採用の三渡橋（2019）

5．SC デッキ

川田工業の合成床版の歴史は，1983 年の大阪城新橋（**写真 25**，大阪市）から始まった。本橋は，板厚 10 ～ 14mm の鋼床版の上に厚さ 100 ～ 104mm の鉄筋コンクリート床版を載せたロビンソン型の合成床版である。この合成床版は，**図 2** に示すように主桁の上フランジと合成床版の底鋼板を一体化した合成鋼床版合成桁であり，縦リブおよび横リブを底鋼板の下側に設置している。

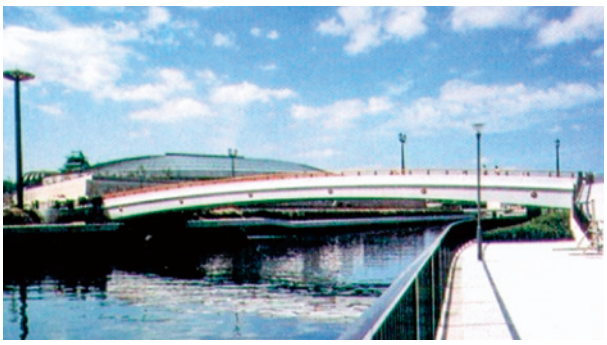


写真 25　大阪城新橋（1983）

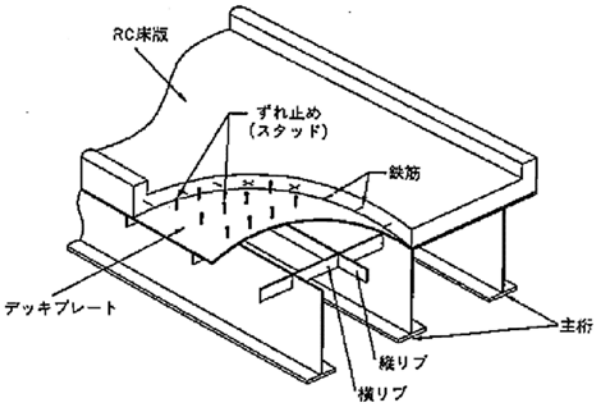


図 2　ロビンソン型合成床版

その後，床版支間が長い少数主桁や開断面箱桁に対応できる合成床版として，ロビンソン型合成床版を改良した SC デッキを開発した。SC デッキは，**図 3** に示すように主桁上フランジと底鋼板を分離し，底鋼板の下面に設置していた横リブを底鋼板の上面に配置している。

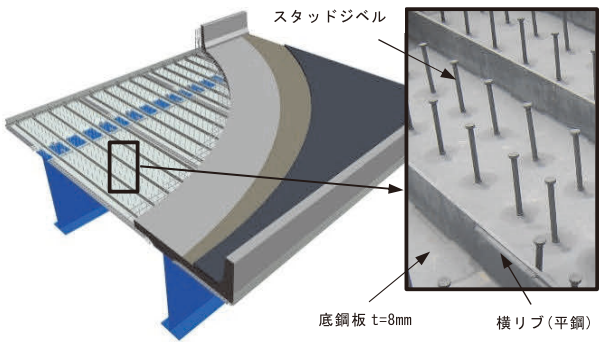


図 3　SC デッキ（1998）

SC デッキは，1998 年の苅安賀高架橋 Vol.18（**写真 26**，愛知県）で採用以降多くの新設橋に採用されている。

写真 26　苅安賀高架橋（1998）

床版取替工事では，2011 年の御幸大橋 Vol.31（**写真 27**，奈良県）や 2013 年の新打尾橋 Vol.34（**写真 28**，富山県）などにも SC デッキが採用されている。御幸大橋については，現場での工期短縮のため，コンクリートを工場で打設したプレキャスト SC デッキが採用された。

写真 27　御幸大橋床版取替え：プレキャスト

写真 28　新打尾橋床版取替え：場所打ち

2020 年度末までの合成床版の施工面積は，全体で 457 万 m^2 であった。その内 SC デッキが採用された施工面積は 128 万 m^2 であり，全体の 28% を占めている。

SC デッキは当社が保有する主力商品であり，今後も合成床版の施工量は増えることから，さらなる製作性・施工性・安全性・耐久性を向上させることで競争力を高め，受注量を増やしていくことを目指す。

そこで，2019 年から新しい SC デッキの開発を行い，SC デッキスタッドレスが誕生した。SC デッキスタッドレスは，**図 4** に示すように従来の SC デッキでは底鋼板とコンクリートを一体化させるために設けていたスタッドをなくし，横リブを平鋼のリブから節付き突起リブに変更したものである。これにより，底鋼板の板厚を 6mm に薄くでき鋼重の低減が図れた。また，底鋼板上の歩行が容易になり安全性が向上し，さらに横リブ上に鉄筋を直接配置できるため，配筋作業が容易となり施工性が向上した。耐久性については，2019 ～ 2020 年度に輪荷重走行試験機を用いた疲労試験，中間支点部の負曲げ試験を実施し，従来の SC デッキと比較して高い耐久性を有していることを確認した。

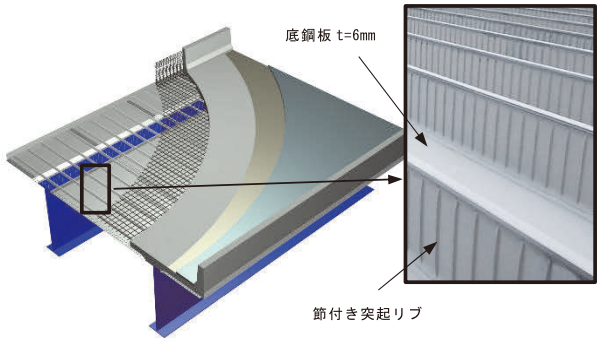


図 4　SC デッキスタッドレス

SC デッキスタッドレスは，2020 年に栃木県の島方橋（**写真 29**）に初めて採用され，すでに複数の橋梁で採用が決定している。

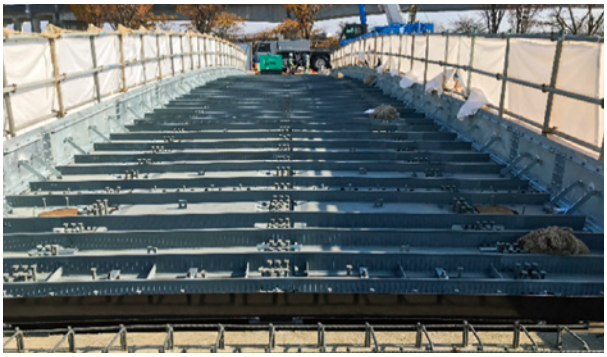


写真 29　島方橋（SC デッキスタッドレス：

6．おわりに

川田グループでは，創業以来多くの複合構造の開発，施工，拡販に取り組んできており，橋梁業界において複合構造の先駆者的な役割を担ってきた。

今後は，常に変化していく社会のニーズに対応すべく，諸先輩方が培ってきた技術のリノベーションや新しい合成・複合構造の開発を行い，さらに各グループ会社の強みを活かしたグループシナジー効果を発揮することで，川田グループのさらなる発展に寄与したい。

鉄構事業

小林 雄二
川田工業㈱鉄構事業部　事業部長

高橋 泰文
川田工業㈱鉄構事業部　副事業部長

布施 直彦
川田工業㈱鉄構事業部工事部　部長

1．はじめに

川田工業の鉄構事業は，1967 年の「金沢スカイビル」（**写真１**）から始まっている。1973 年に第 1 次オイルショックにより，世界的な不況と経済不安が続くなか，1975 年に東京，大阪，富山の 3 地区に鉄構営業部門が発足し営業を開始した。

写真１　金沢スカイビル（1967）

翌年の 1976 年には『人は減らさない。仕事を増やす』という経営方針のもと，客先が民間部門の鉄構と海外工事部門を積極的に拡大していき「カタール・ドーハシェラトンホテル」VOL.1（**写真２**）の受注につなげている。

写真２　カタール・ドーハホテル（1976）

しかし，建築業界では川田工業は全く知名度がなく，営業は，新聞の株式欄を持ち歩き当社が東証一部上場企業であることを PR して歩いたそうである。

1979 年に第 2 次オイルショックが発生し再び経済不安になると，民間の鉄構部門を強化するため，東京では「鉄構開発部」が設置され，大阪では営業部員の増員がなされた。1981 年に当社で初めての超高層ビルである「大手センタービル」VOL.3（**写真３**）を受注し，翌年の 1982 年に組織のさらなる充実を図るため「鉄構事業部」が発足した。

写真３　大手センタービル（1981）

建築で初めてのプレビーム梁やワイヤー吊り構造，張弦梁構造などの実績を重ね 1985 年には，日本初のエアドーム式球場の「東京ドーム」VOL.7（**写真４**）を受注した。川田グループのケーブルを張る技術を併せ持つことが決め手となって，鉄骨製作とケーブル工事の一括受注であった。

写真４　東京ドーム（1987）

その後は当時，日本一の高さになる「横浜ランドマークタワー」VOL.12（**写真５**）や，「梅田センタービル」VOL.13（**写真６**）など本格的に超高層ビルに参画すると共に，「福岡 PayPay ドーム」VOL.13（**写真７**）などのドーム球場や日韓ワールドカップ開催のサッカースタジアムなどにも多数参画し，業界の最大手の一角となっている。

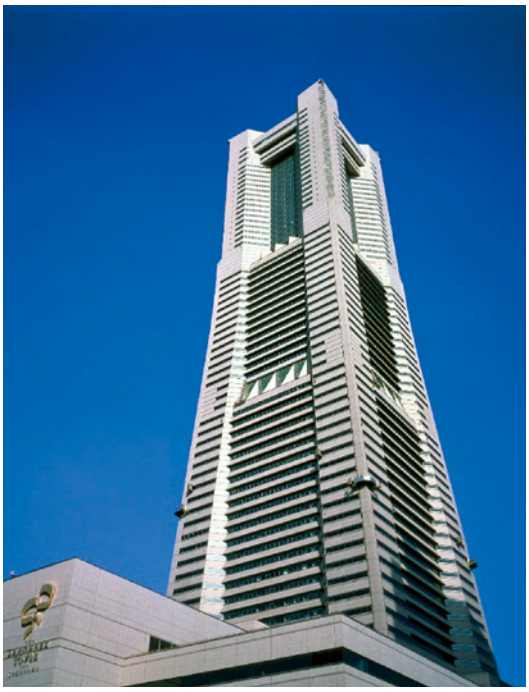


写真５　横浜ランドマークタワー（1992）

写真７　福岡 PayPay ドーム（1992）

1993 年には，事業部内に鉄構工事部を設立し建て方工事の施工も開始した。製作から現場の建て方工事までと一貫体制を構築し，「造って建てる」体制を確立した。現在では数多くの超高層ビルや各種スタジアムの実績を積んでいる。

2000 年以降は「新丸の内ビルディング」VOL.27（**写真８**），「六本木ヒルズ」，「渋谷ヒカリエ VOL.27・渋谷スクランブルスクエア VOL.39」（**写真９**），「東京スカイツリー®」VOL.33「（仮称）虎ノ門麻布台」，「国立競技場」（**写真 12**），などその時代を代表する工事に，幹事役のメインファブリケータとして参画している。

写真６　梅田センタービル（1991）

写真８　新丸の内ビルディング（2006）

写真９　渋谷ヒカリエ（左，2011），渋谷スクランブルスクエア（右手前，2017）

写真 10　京橋エドグラン（2015）

写真 11　東京ミッドタウン八重洲（2021　施工中）

写真 12　国立競技場（2019）　大成建設株式会社提供

2．栃木工場の歩み

（1）栃木工場の始まり

栃木工場は 1958 年に栃木県大田原市に建設された（**写真 13**）。この地は創業者川田忠太郎が一頃住んだ土地であり，また弟である川田定吉が住み続けていた縁もあることで，下石上の地に定められた。さらに国内最大市場であった関東圏への進出は，富山からでは不便であったこと，そして富山工場も増産に伴い生産拠点としても手狭となったことも重なり，当時の川田忠雄社長の号令の下，橋梁基盤の第２の拠点として計画がなされた。

写真 13　野崎駅からの野崎工場（1958）

（2）橋梁から鉄構へ

a）工場草創期

現在の JR 宇都宮線の野崎駅近くに「野崎工場」（**写真 14**）として操業を開始，その後，着々と実績を重ね，国鉄（現 JR）からの仕事も増えてきたが，その生産量だけでは，富山と栃木の２工場を操業し続けるには不足していて，大型案件の橋梁の受注を目指していた。最初の工事として稼働前に野崎工場近くの国鉄東北線にあった針生トンネル災害応急工事を受けた。豪雨によって潰れかかったトンネルをセントルと呼ばれる鋼製の補強材で補強する工事で，この工事によって地元からの信用が得られ，周辺地域からの受注ができるようになり，那須工業高校第一期工事や葛生中学校体育館といった建築工事に携わることとなっていった。そして，1959 年には野崎工場の操業は安定し，当初の敷地から広げ，従業員も 17 名から 83 名へと拡大していくこととなった。

写真 14　野崎工場（1959）

b）工場萌芽期

1961 年になると富山県の橋梁工事を野崎工場で行い，受注した元雄神橋架設工事では富山県優良工事コンクールにおいて橋梁の部で優勝している。また，岐阜県中津川に架かる吊橋である美恵橋では，当時東京大学の研究室で勉学されていた川田忠樹（現相談役）が，吊橋の設計・計画にプレストレスト工法を採用している。この工法は特許技術であり，それまでと異なり，部分的に死荷重をサーチャージして，プレストレスを与えるというものである。その後 1962 年に栃木工場と改称している（**写真 15**）。

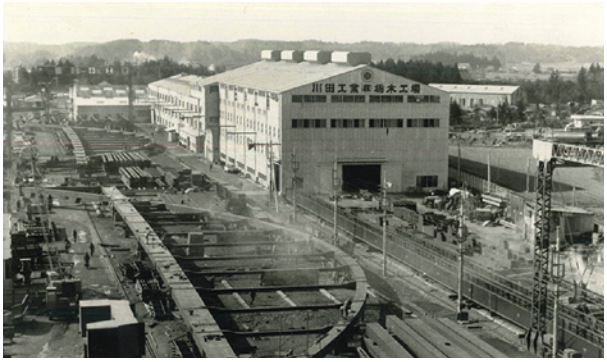


写真 15　栃木工場での橋梁の仮組立（1962）

c）工場変革期

1970 年以降の社会情勢は，橋梁業界はマイナス成長が継続したこと，また，1973 年からの第１次オイルショック，1979 年に第２次オイルショックによる世界的な不況が発生し，原油価格の高騰が引き金となる経済不安が危ぶまれ，高度経済成長期から景気は後退，GNP はマイナス傾向になり，橋梁業界は公共事業投資の影響を受け始めることになる。これは構造不況業種と言われ，同業他社の人減らしが散見され始めた。

そのなかで，当社では民間の鉄構部門をさらに強化するため首都圏に近い栃木工場を鉄骨専業工場とし，生産設備の拡大とさまざまな省力化が行われ，シェアは着実に増加していった。その後，1982 年から本格的に鉄骨生産に取り組み始め，1985 年以降は毎年 6 400t の割で増え続けていった（**写真 16**）。

写真 16　1982 年からの工場拡張工事（1982）

(3) 栃木工場の技術力

a) 鉄骨生産の拡大期

高さ制限を撤廃した建築基準法改定は，1970 年代当初から鉄骨の製作技術に対し大きな影響を及ぼしたといえる。この背景のもと，当工場は鉄骨生産メイン工場として生産設備の拡大とさまざまな独自の省力化により，鉄骨製作において品質，生産量ともに最大の実績を残している。まず，鉄骨生産の自動化ラインとして，1983 年から柱・梁の H 断面部材を製作する BH ラインを設置した（**写真 17**）。翌 1984 年に仕口の H 断面部材を製作する仕口ラインと生産設備の拡大を図っていった。

写真 17　D 棟 BH ライン設置時（1983）

この BH ラインは，長尺の隅肉溶接専用ラインであった。ツインタンデムサブマージアーク溶接で高速溶接が行える構成であり，H 型断面の組立，仮付け，本溶接，スリーブ孔加工，切断および開先加工までを一連の作業として行われ，ワークはコンベヤによって搬送されるシステムである。また，仕口ラインは仕口のフランジ，ウェブの溶接を直交型５軸溶接ロボットとコア部パネルゾーンを直交＋多関節の８軸溶接ロボットを中心に，H 型断面の組立機，３方向多軸孔明機，切断，開先加工および自動倉庫システム（ラックマスター）で構成されている（**写真 18**）。

写真 18　協調制御する直交型５軸溶接ロボット（1983）

この溶接ロボットには，CAD システムからデジタルカセットテープで情報を供給されるようになっており，ポジショナーと協調制御され，コントローラからの指示により，ワークのチャッキング，アンチャッキングを行う。溶接は下向き溶接で行われるため，ワーク搬入時の状態から４段階のポジショニングができるようになっている。

b) 多層盛り溶接ロボットの開発

BH，仕口ラインの稼働により，次への自動化のターゲットとして，柱シャフトと仕口の突合せ溶接に着目し，溶接ロボットの適用を目指した。しかしながら，当時の溶接ロボットでは多層盛りの溶接条件を備えておらず，記憶容量も少なく，管理・運用に適切なものが見当たらなかった。また，アークセンサも溶接ウィービングによって狙い位置を制御するだけの機能しかもっておらず，センサが機能しないなどの理由から，安価で小型の可搬式多層盛り溶接ロボットの自社開発に踏み切った。

写真 19　可搬式多層盛り溶接ロボット「AUWEL2」（1986）

1985 年より，開発着手，翌 1986 年に現在の可搬式多層盛り溶接ロボット「AUWEL2」が完成した（**写真 19**）。その特長は，操作が容易なため１名で複数台の稼働が可能であり，豊富な溶接条件のデータベースを持つことで，板厚とルート間隔を入力するだけで，適正な溶接条件を引き出し，下向き・横向き溶接が可能である。そして本体重量が 24kg と軽量で，シールドガスは 100% CO_2 としているため経済的である。

この溶接ロボットはユーザである鉄骨加工業者（ファブリケータ）が，鉄骨製作技術のノウハウと従来の溶接ロボットの不備な点を補って開発されたものであるため，外販の要望もあり，1989 年に外販を開始して，現在までに 200 台以上の販売実績をあげている。

c) 鉄骨生産の成長期

1986 年ごろから，都心部におけるビルの超高層化にともなう構造的な変化により，建築物構造物の大型化，超高層化に拍車がかかり，ボックス構造が急増していく。従来からの製作方法では量的にもサイズ的にも限界が見え始めたため，ボックス柱の製造について効率化，省力化をともなった専用ラインの設置に対する機運が高まり，1989 年には，他に類のない国内初のクレーンレス横流しラインといった独自の構想（特許取得）のボックスラインを構築するに至った（**写真 20**）。

写真 20　D 棟をボックスラインへ（1989）

ボックスラインの適用能力は，適用最大せい：1 000mm で，適用最大長：16m/ 本，適用最大重量：20t/ 本である。

このころは工業化社会から情報化社会へという時代の流れの中，“ 世紀のプロジェクト ” と呼ばれた国際都市東京のシンボルである 243m という当時日本で最も高い超高層建築の「東京都新都庁」[vol.10] が 1990 年に完成，その後，東京湾ウォーターフロント計画の一環である “ みなとみらい 21” 事業では最高高さ 296m の偉容を誇る「横浜ランドマークタワー」[VOL.12] が 1992 年に完成している。当社はいずれの事業でもメインファブリケータとして参画し，常に未知の分野に挑戦した結果，その高い技術力と品質が認められたと考える。

d）鉄骨生産の黎明期

1990 年まで続いた株価や地価などの資産価値の高騰による好景気（バブル景気）が崩壊し，数年後には国内鉄骨需要も 1 000 万 t を下回る混迷（低迷）の時期を迎えた。ファブリケータは，「鉄建協」加盟会社が 63 社から 22 社へ，「全構協」では 4 221 社から 2 755 社へと著しく減少している。

この頃，当工場では 1993 年パイプ柱の外リングの溶接を目的に，「AUWEL2」を改良した鋼管溶接システムを設置し，当初はオペレータ 2 名で 6 台のロボットを操作したが，後に 8 台に増設している（**写真 21**）。

写真 21　「AUWEL2」よるパイプ柱の外リング溶接（1993）

e）鉄骨生産の転換期

1995 年の兵庫県南部地震以降，より安全な建物が求められた結果，今までの設計，施工および監理が根底から見直しを迫られ，建築基準法の改正や構造設計の見直しが行われた。その結果，鉄骨製作において求められたことは，①高い品質，高い性能を有する鉄骨，②そのための厳格なプロセス管理，③多様化する建築用鋼材に対応可能な溶接技術であった。そのため当工場では入熱制限やパス間温度管理に加え，各種溶接技術の見直し，事前の検証実験による新たなノウハウづくりを心がけた。

この時期に，当工場では梁製作専用工場として第二工場を建設し，十分な製品ストックヤードを兼ね備えた。設備には NC マーキングの首振り機能で H 断面部材のフランジとウェブに 1 工程で罫書きができ，さらにはプラズマ切断機を搭載して，スリーブ孔などの大口径孔明けを可能としている（**写真 22**）。

写真 22　第二工場新設（1995）

また，鋼管（パイプ）柱の増産と角型鋼管（コラム）柱へ対応するとして，2000 年には，切断・開先加工機とツインノズル溶接ロボットシステムを導入している（**写真 23**）。

ボックスライン同様に精度管理を徹底する観点により，切断からのシステム化とした。溶接ロボットは 6 軸多関節で反転機と協調制御でき，ノズルの自動交換などの周辺ツールが一体となって，24 時間無人運転を可能としている。2004 年には 2 台増設し，ダイアフラムの両側を同時に溶接するツインロボットシステムに改良した。

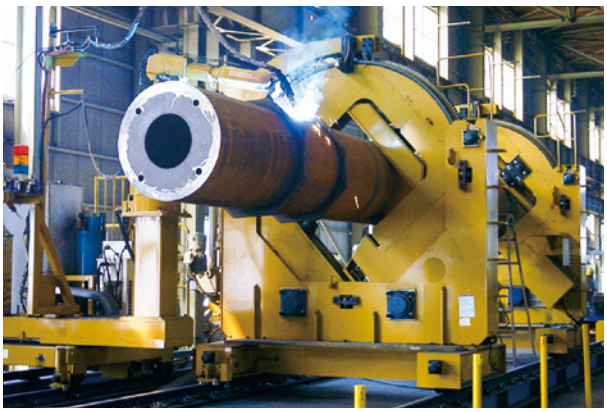


写真 23　ツインノズル溶接ロボットシステム（2004）

f）鉄骨生産の成熟期

その後，より大空間や多機能などインテリジェンスに富んだ機能を備えた建築構造物が要求され，これに応えるべく 2008 年に空間も夢のあるもの，見たことがない建物が欲しいとの要望でコクーン（繭）のような外観が特徴の「Mode Gakuen Cocoon Tower」VOL.27（**写真 24**）にも参画した。

写真 24　Mode Gakuen Cocoon Tower（2008）

2011 年には，最先端技術を駆使した「未知の領域への挑戦」となった世界一の電波塔「東京スカイツリー®」VOL.33（**写真 25**）に参画し，その技術力の高さを広くアピールできたと考える。

写真 25　東京スカイツリー®（2011）

また，2009 年から 3 次元 CAD である「テクラストラクチャー」（以下，テクラ）を導入し，従来 2 次元の図面ではわかりにくい構造物の干渉は，模型を製作して確認していたが，テクラ上で 3 次元モデルを作成することで正確に，素早く確認できるようになった（**図 1**）。

この頃には，主に首都圏におけるランドマーク的な超高層建築物に数多く参画しており，業界のリーディングカンパニとなるに至った。

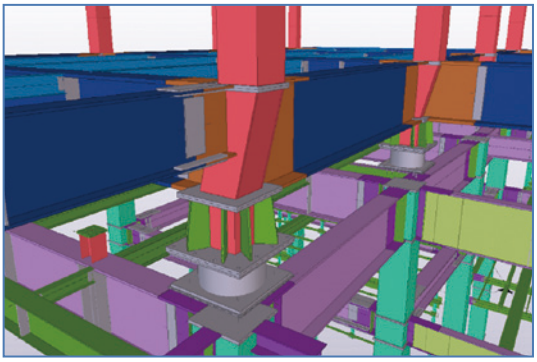


図 1　テクラストラクチャーによる 3 次元モデル

また，第四の構造として柱断面の小さな構造を実現する CFT 柱が開発され，建物の規模やデザインに応じて使い分けることにより，工期短縮を図ることが要求されたことや効率化やコスト低減の観点から多くの課題が挙げられ，それらに対応すべく，2018 年に新たなボックス生産ラインの再構築を遂行している。

（4）次世代の栃木工場へ

近年では，ボックスせいも 1 400 ～ 1 600mm と超大型化が進み，そのうえ多種にわたる鋼材，溶接材料の組み合わせがあり，その需要に応えるべくボックスせい 2 000mm までが施工できる新ラインの構築と合わせ，高能率な溶接方法の確立と効率化に全力を注いでいる。

また，生産性をいかに向上していくか，そのためにはどのような対応が必要になるかについて常に考え，改善・改革を進めてきた。当社を取り巻く環境は，材料納期の長期化や労務費・輸送費の高騰などに対応するため，生産現場では以前にも増して正確性やスピード感が求められている。これ加えて設計と製作が並行して進められている実情から，設計承認の遅れや度重なる設計変更により，製造工程への圧迫が顕著になることも珍しくない。

これらの現状を受け止め，ムリ，ムダ，ムラを排除するため「見える化」システムの構築を進めている。

さらに，近年の建設業界では 3 次元 CAD を利用した BIM への取組みが急加速している。設備機器の進歩とともに鉄骨製作における効率化と自動化を進め，さまざまな要求に応えられるファブリケータとして，ポストコロナ時代の到来を模索するなかで，次の 100 年に向けて成長を続けていけるよう，これからも努力していく（**図 2**）。

図 2 近未来予想図

3．鉄構工事について

（1）鉄構工事部の成り立ち

鉄構工事部は 1993 年に，新規事業として鉄骨建方工事を施工計画から現場施工までを行う部門として新設された。特殊構造物など鉄骨の専門性が高く，元請ゼネコンにとって難易度の高い工事で客先のニーズを捕らえて受注につなげながら，実績を積み上げてきた。

一方，建築における鉄骨工事では，通常ファブリケータの請負範疇となる現場施工は現場鍛冶・溶接工事である。よって鉄構事業の工事部門としては，工場の組織の中に工事課があり，各工場の建築鉄骨の製作の歴史と共に現場鍛冶・溶接工事の実績を積み上げてきている。

この鉄構事業部の中にあったそれぞれの現場施工部門を『造って建てる』の川田ブランドを強化して同業他社との差別化を図る目的で，2013 年の鋼構造事業部への組織改編を機に，建方専門だった鉄構工事部に栃木，四国の工事課を統合して，現在の鉄構工事部の形となった。

以来，建築の鉄骨工事において製作から，建方･鍛冶･溶接を一式で対応できる強みが客先から評価され施工高の拡大につながっている（**図３**）。

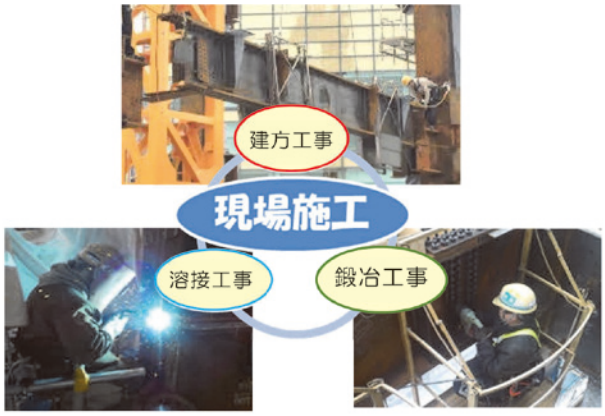


図３　建方・鍛冶・溶接を一式対応

（2）鉄構工事部が手掛けた工事

鉄構工事部の建方工事は，1993 年の蓮田市総合市民体育館から始まった。その後，「こまつドーム」[VOL.13]（**写真 26**）や「静岡スタジアムエコパ」（**写真 27**），「シェルコムせんだい」（**写真 28**）に代表される，大空間構造物や特殊構造物などの難易度の高い工事物件で実績を積んできた。

写真 26　こまつドーム（1997）

写真 27　静岡スタジアムエコパ（1999）

写真 28　シェルコムせんだい（2000）

同時に，1997 年の「高崎シティホール」[VOL.13]（**写真 29**）に始まり，「汐留シティセンター」や名古屋の「ミッドランドスクエア」，「東京ミッドタウン（六本木）」（**写真 30**）などの，超高層ビル大規模工事物件でも施工実績を積んできた。

写真 29
高崎シティホール（1997）

写真 30
東京ミッドタウン（六本木）（2005）

西日本での本格的な建方工事は，凸版印刷㈱堺工場からである。続いて，大阪での大型建方工事となった「中之島フェスティバルタワー」[VOL.32]（**写真 31**）は，これまでに特殊構造物と超高層ビルの工事で培った双方のノウハウを活かして技術提案を行った代表的な工事である。

写真 31　中之島フェスティバルタワー（2012）

この工事はフェスティバルホールの大空間の上部に超高層ビルが建ち上がる，当時類を見ない特殊構造の大規模工事であった。超高層部ビルの荷重を支えるために，板厚 100㎜のビルトボックスで構成された，約 60 m四方，高さ 20 mの３次元メガトラスが配置された構造となっている。このメガトラスを無ベントで建てる工法を提案し，当社として大阪で初めての超高層ビルの鉄骨建方一式工事の受注につながった。この工事が評価され，超高層ビルの工事３件，特殊構造の工事３件の大型工事の受注につながり，西日本での販路も拡大した。

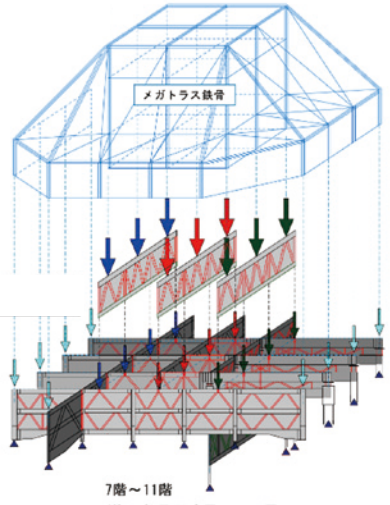


図４　無ベント工法（本設フロア仮設トラス化工法）

メガトラスを無ベントで施工するためにその下のフロア３層を仮設鉄骨ブレスでつなぎトラス化させることで，メガトラスの荷重を支えた（**図４**）。またメガトラスの荷重による仮設トラスの挙動に追随させた変位制御とジャッキダウンを可能とするために，『サンド（砂）ジャッキ』を開発し油圧ジャッキと併用することで，施工時の挙動と負荷を低減させ高品質な施工を実現した（**図５**）（**写真 32,33**）。

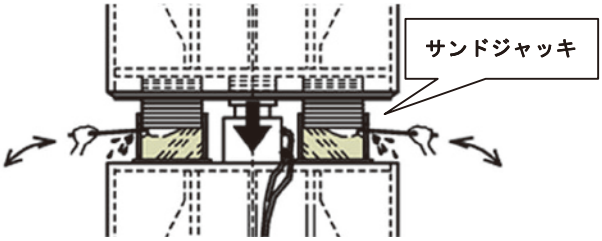


図５　サンドジャッキの開発

写真 32
サンドジャッキ耐力試験

写真 33
サンドジャッキの砂は
珪砂８号を使用

この『サンドジャッキ工法』を進化させて，同じく大空間の上の超高層ビルの変位制御を実現させた工事が，銀座の「歌舞伎座タワー」[VOL.32]（**写真 34**）のメガトラス建方および変異制御工事である。この工事では，より精度の高い変位制御を実現し，建築学会で論文発表するに至った技術となった（**図６**）。

写真 34
歌舞伎座タワー（2012）

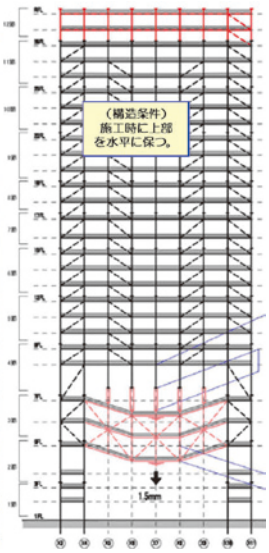


図６　変位制御計画

特殊殊構造物の工事では，橋梁工事の施工技術を活用してベント工法やスライド工法，リフトアップ工法などを提案し施工してきた。「パナソニックスタジアム吹田」[VOL.32]（**写真 35**）では自社機材の支柱ベントを活用し，建方工法の工夫で，ベント設備の大幅削減を提案し実現させた。

写真 35　パナソニックスタジアム吹田（2015）

東京オリンピック会場の「有明アリーナ」（**写真 36**）では，橋梁の送り出し工法の技術を応用して約 6 000 t の屋根鉄骨をスライド工法にて架設した。

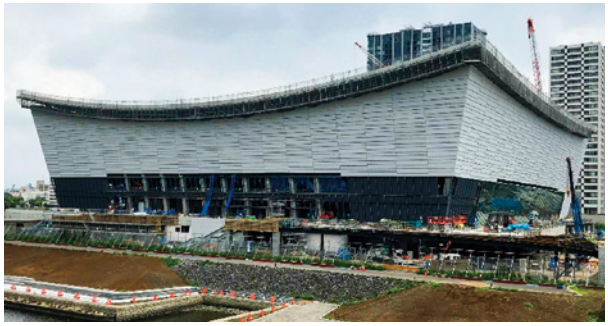


写真 36　有明アリーナ（2019）

その他にも，本設の鉄骨の一部を仮設として利用し，スライド工法とリフトアップ工法の合わせ技で安全かつ効率的に上部の鉄骨を架設する工法（**写真 37**）を複数の工事物件で提案し実施してきた。

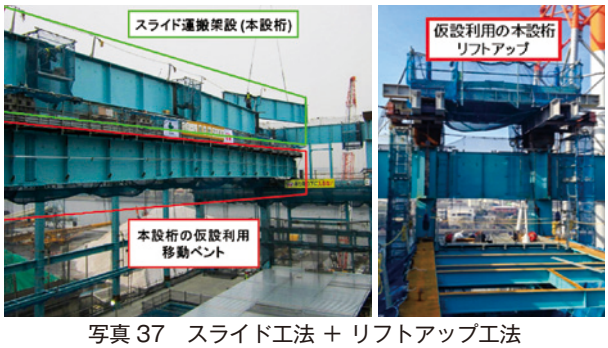


写真 37　スライド工法 ＋ リフトアップ工法

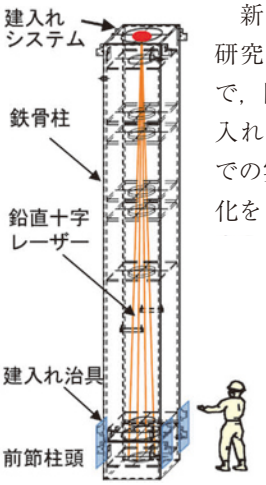
（3）新しい分野，新しい技術への取り組み

鉄構工事部では，新規分野の工事や新しい技術・工法の開発にも取り組んでいる。

新分野への挑戦として，プレキャストコンクリートの架設工事（**写真 38**）や新構造材『燃エンウッド』の架設工事（**写真 39**）を鉄骨建方工事とセットで受注し施工している。

写真 38
プレキャストコンクリート架設工事

写真 39
燃エンウッド®
架設工事



新しい技術開発として KTI 技術研究所と当社建築事業部との共同で，開発を続けてきた『川田鉄骨建入れシステム』（**写真 40**）の現場での実証実験に取り組んでおり実用化を目指している。

写真 40　川田鉄骨建入れシステムの開発

鉄構工事部では今後も，既存事業の鉄骨工事をさらに強化すると共に，新規分野の工事や，新しい技術・工法の開発にも挑戦し，『川田ブランド』の強化を推し進める。そして，次の時代も成長を続けていけるよう努力する。

4．おわりに

川田グループには『安心で快適な生活環境の創造』の理念とともに，『誠実』『技術』『確実』の社訓がある。この理念，社訓をもとに，安全，安心な鉄骨を供給し続けることにより，社会に貢献してきたところである。

これからも，技術の研鑽を重ね BIM・ICT などの積極的な活用により，デジタル化を推進し生産の効率化を図り，最適な生産・施工システムの構築に取り組んでいく。そして「品質・技術・信用 No.1 の日本を代表するトップファブリケータ」を目指していく。

建築事業

松崎 宏之
川田工業㈱　常務取締役
安全品質環境本部長兼建築事業管掌

森中 浩充
川田工業㈱建築事業部　統括部長

1．はじめに

当社は，社名を「川田工業」とした1952年頃から，建築事業に関わり，地元である富山県東砺波郡福野町（現南砺市福野）の学校体育館，「戸出中学校体育館」，「高岡市南部中学校体育館」など，富山県内の建築工事に携わってきた。

栃木工場の操業を始めた1958年以降には，創業者である川田忠太郎の出身地，栃木県安蘇郡葛生町（現佐野市葛生）の「葛生中学校体育館」，「葛生会館」や「大田原市図書館」，「那須工業高校第一期工事」など，大田原市，那須塩原市の公共施設の建築工事も手がけており，富山・栃木両県において鉄骨製作工場を持つ建設業者として，実績を重ねてきた。

2．建築事業部の発展

（1）建築事業部の創設

1978年2月，これまでの官公庁建築に加え，民間の医療建築分野に進出するため建築事業部が発足した。

当時は地域間の医療格差を解消する事を目的に，全国的に医科大学が設置されていった時代で，多くの開業医の新規開設が見込まれていた。そこで事業部発足の前年から，医療業界の市場調査と医療建築のモジュール化を進めていた。医療建築を進めるにあたっては，施工に着手するまでに，立地条件調査，収支予測，資金計画などのコンサルタント業務からはじめ，当社が独自に開発したモジュール設計を提案するというトータルサービスを標榜し，それまでにはなかった総合的な手法を用いることで市場を開拓していった。

（2）建築事業部の発展

さらに建築事業部発足翌年の1979年には，大亜建設東京支店を吸収することにより，事業部としての体制の拡充が図られた。その結果，同年，当社の医療建築第1号となる「上笹医院」（千葉県），「泉脳神経外科医院」（富山県）が相次いで完成し，1980年には「佐野中央病院」[Vol.2]（**写真1**，栃木県），1983年「向山病院」（大阪府）など，次々と実績を重ねていった。また，同じ頃に当社が開発したオリジナル製品である緊急脱出装置「ライフタワー」も，医療建築に取り入れられていた。

写真1　佐野中央病院（1980）

（3）医療建築からの方針転換

1980年代後半からの地価高騰は，個人医院開業の障壁となる一方で，ディベロッパーによる土地開発が盛んに行われるようになり，建築事業部も方向転換を迫られることとなった。結果，この時代から現在に至るまで，タカラレーベン，丸紅，リクルート（現コスモスイニシア）などのマンション建築を多く手がけるようになっていく。最盛期には首都圏で約30棟のマンションを同時施工することもあった。東京都での2004年「ファミール東京グランリッツ」[Vol.24]（**写真2**）と，2019年「レーベン西浅草Ⅱ」（**写真3**）は，その中でも代表的な物件である。

そしてマンションのほかにも，地元，東京都北区の「滝野川西区民センター」[Vol.16]などの公共施設や，「ホテルサンバレー那須」[Vol.11]（栃木県）などの民間施設も手がけている。

写真2　ファミール東京グランリッツ（2004）

写真３　レーベン西浅草Ⅱ（2019）

また，1983 年には梁にプレビームを採用した「川田工業東京本社菊池ビル」（**写真４**），1990 年の「東邦航空東京オペレーションセンター」[Vol.10]（現東邦航空本社，**写真５**，東京都），同年の「川田工業芳賀整備工場」や，1992 年の「川田建設那須工場」[Vol.12]，同年の「K.A. 西巣鴨ビル」（現 AK ビル，東京都），をはじめとして，川田グループの自社ビルの多くは，当建築事業部による施工である。

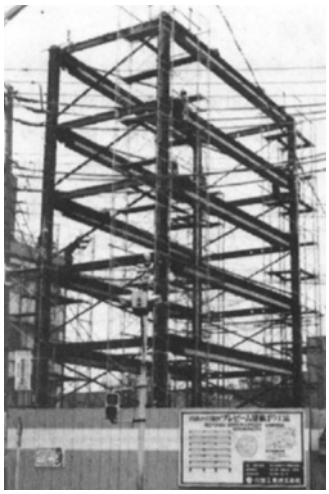


写真４　東京本社菊池ビル　施工中（1983）

写真５　東邦航空オペレーションセンター（1990）

（4）多様な建築物件への取り組み

さらに，この頃になると建築雑誌に掲載されるような作品に出会うこととなる。その一つが 1993 年新宿歌舞伎町の「林原ケイワンビル」[Vol.12,13]（**写真６**）である。イギリスの建築家リチャードロジャース氏の設計による事務所ビルで，ステンレスを構造材として使用した吊形式の屋根と階段など，当時その斬新な構造は注目を集めた。

写真６　林原ケイワンビル（1993）

そして，設計施工で受注し 1993 年に竣工した「牛久大仏（阿弥陀如来像）」[Vol.7,8,12,13]（**写真７**，茨城県）は，建築と鉄構の両方に優れた技術を有する当社ならではの作品である。自立する銅像としては世界一の高さ（120m）であると認定され，ギネスブックへの登録も果たした。

牛久大仏は浄土真宗の開祖親鸞聖人ゆかりの地に東京本願寺（現在の東本願寺派本山東本願寺）が開発した 37ha という広大な浄苑に立つシンボルで，当社は大仏本体のみならず，本廟，十法堂，仲見世，サンポール事務所を含むすべての施設，さらには浄苑全体の造成まで受注し，設計期間も含め計７年の歳月をかけて竣工した。

写真７　牛久大仏（1993）

事業部の垣根を越えて結成した大仏プロジェクトのマネージャーには長年鹿島建設の技師長を務めた方を迎え，「いかに造るか」を念頭に鉄骨の立体模型を作りながら設計を進めていった。また，超高層建築物として振動解析や風洞実験を行い，建設大臣（当時）の認定を取得して着工している。大仏は原則設計施工での請負であったが，仏像の造形と外被の鋳造銅板だけは施主から台湾の業者に分離発注されており，大きな懸案事項となっていた。施主からの強い要望を受け，当社はプロジェクト成功のために駐在員を派遣し，外被銅板を支持する下地鉄骨（立体トラス）も台湾で製作して，銅板の鋳造・組立の管理も請け負うこととなった。高さ５ｍごとの輪切りの状態で仮組立を行い，形状を確認した後に，コンテナに入るサイズまで一度分解して海上輸送し，牛久の現場で再度地組（**写真８**）するという大がかりな国際工事となった。

写真８　水平分割した大仏の地上組立作業

牛久では下地鉄骨と外被銅板のブロックを，超高層ビルのカーテンウォールのように，当社栃木工場で製作した本体鉄骨に取付けることにより，無足場で完成させることができた。外被銅板は約６ 000 枚，ブロックの数も 300 個を超えたが，一つとして同じ形状のカーテンウォールブロックは存在しなかった。立像としては当時前人未到の高さ 120 ｍを有し，前に突き出た両腕から細かな衣のひだに至るまで，ご本尊を忠実に再現した「不定形特殊建築物」をカーテンウォール工法で完成させたということで特許も取得した。そして世界で誰も経験していない大規模特殊建築物を無事竣工させたことで当事業部は自信を深め大きく発展することになった。

写真９　クライマックスは「手」の一括架設

富山建築部においても 1978 年の発足以来，県内の旧福野町を中心に地元のゼネコンとして数多くの実績を積み上げてきた。

官庁工事としては，2009 年「富山西警察署」[Vol.29]（**写真 10**）や，2014 年「富山県立高岡工芸高等学校建築電気土木棟」（**写真 11**），2015 年「南砺消防署」[VOL.35]（**写真 12**）などがその代表例である。民間でもトナミ運輸，日医工，コマツ NTC など多くの実績を残している。

写真 10　富山西警察署（2009）

写真 11　富山県立高岡工芸高等学校建築電気土木棟（2014）

写真 12　南砺消防署（2015）

当社の建築事業は 2011 年に北陸事業部が開設された際，東京と富山に分かれたが，2021 年北陸事業部の解消を機に再び統合され，一つの事業部として力を合わせて邁進していくことになる。

3．「川田工業システム建築」への取り組み

（1）システム建築事業部の発足

「牛久大仏（阿弥陀如来像）」建設中の 1991 年には，米国トップクラスのメタルビル（システム建築）企業の一つを買収し，Steelox 社と命名した。当時米国で約 60 年の歴史を持つ建築構法メタルビル（システム建築）のノウハウを得たことにより，日本でのシステム建築の事業展開が始まる。1993 年３月にシステム建築推進本部が新富士前ビル（駒込）に組織され，1996 年９月にシステム建築事業部となって本格的な営業展開を開始した。

国内でのシステム建築事業展開に必要な建設大臣（当時）認定を取得するため，1995 年に当社のシステム建築第１号「川田工業四国工場倉庫」[Vol.15]（**写真 13**，香川県），1996 年の第２号「川田工業ヘリ・テクノロジーセンター技術開発棟」[Vol.16]（現カワダロボティクス栃木事業所，栃木県），同年第３号「川田工業栃木第二工場訓練センター」[Vol.16]（栃木県）でそれぞれ個別評定を得て，1996 年８月には建設大臣（当時）の一般認定を取得した。

写真 13　川田工業四国工場倉庫（1995）

システム建築の特徴である「大空間」「高品質」「短工期」を最大限に引き出すために，当社独自の「設計システム」「積算システム」を構築し，お客様のニーズや使用目的に合わせた最適な空間を実現するなど，物件ごとのオーダーメイドが可能な「川田工業システム建築」の普及を目的に，1997 年６月，全国の施工店を中心とした川田ビルディングシステムの会（KBS 会）を結成した。

（2）建築事業部の統合と発展

2001 年４月には，営業力や競争力の強化と合理化を目的に建築事業部とシステム建築事業部が統合された。これによりシステム建築（設計施工）という武器を持つゼネコンとしての形が見えてきた。

建築工事のみならず設備・電気・外構なども請け負える「ONE STOP システム建築」という特長と，日本一のファブリケータという当社のステータスから生まれる「鉄のエキスパート」という特長をキーワードに営業展開し，施工実績は中国木材㈱（13 棟），ポラテック㈱（12 棟，**写真 14**），日本梱包運輸倉庫㈱（10 棟），住友林業㈱（９棟），鈴江コーポレーション㈱（８棟），三進金属工業㈱（４棟），大塚倉庫㈱（３棟）などを筆頭に全国で350件を超え，KBS会員は70社を超えるまでになった。

写真 14　ポラテック西日本佐賀工場　空撮（2017）

写真 15　大空間工場内観（システム建築代表例）

4．新技術・新付加価値への取り組み

（1）新しい分野への挑戦

「川田工業システム建築」は，2009 年９月からはローコストパッケージ「決め打ち倉庫シリーズ」を随時販売し，東日本大震災復興事業にも貢献した。

2010 年に川田建設からの「緑化システム　みどりちゃん」の事業譲渡を受け，また 2011 年には KTI 技術研究所での実験に基づいた「地中熱ヒートポンプシステム GEOneo®（ジオネオ ®）」による環境省の環境技術実証事業試験を富山本社で行うなど，環境関連商品のラインナップにも努めた。

2019 年にはシステム建築の多層階化を目指し，事業企画部とともに神奈川大学とタイアップして当社独自の座屈拘束ブレース「ハイパー・ブレース」を開発した。日本建築センターの評定を取得して「日本梱包運輸倉庫柏原営業所」[Vol.40]（**写真 16**，埼玉県）などに採用している。

写真 16　日本梱包運輸倉庫柏原営業所（2019）

そして近年の通販を中心に発展する物流需要を捉えるために冷凍冷蔵倉庫の受注にも力を注いでいる。

(2) 鉄のエキスパートとして

また2019年「アイダ設計坂東工場」[Vol.40]（**写真17**，埼玉県）のように，単に「高品質」，「短工期」，「安価」だけでなく「デザイン」という付加価値も提供するシステム建築を目指して，設計・施工力のレベルアップに尽力し差別化に磨きをかけている。

写真17　アイダ設計坂東工場（2019）

一般建築においても，国内で3例目となる集成木材でH鋼を被覆した木質ハイブリッド構造を採用した，ポラテック社の「ウッドスクェア」[Vol.32]（**写真18**，埼玉県）を2012年に施工した。

写真18　ポラテック「ウッドスクェア」（2012）

2019年には，LVLという集成材にPC鋼棒でプレストレスを導入して耐力壁とする斬新なハイブリッド構造を採用した「住友林業筑波新研究棟」[Vol.40]（**写真19**，茨城県）を施工するなど，新技術への取組みも進めている。

写真19　住友林業筑波新研究棟（2019）

大空間を得意とするKBS（川田ビルディングシステム）は木材業界とも好相性であり，プレカット工場やバイオマス発電所の建屋も数多く受注している。

創業以来，脈々と受け継いできた「鉄のエキスパート」というDNAを有する当社と木材のエキスパートである客先とのコラボレーションを通じ，脱炭素社会にも貢献する「木（もく）と鋼（はがね）のコラボレーション」も新分野に見据えている。

2020年には横浜の山下ふ頭に実物大の動くガンダムを作る「GFY（ガンダムファクトリーヨコハマ）プロジェクト」に参加し，G-DOCK（**写真20**）と言われる，ガンダムを支持・点検・観覧するためのフレームをはじめ，動くガンダムの駆動部分を含む施設内の建築物すべてを設計施工で手掛けた。

このような夢のあるプロジェクトに当社が参画できた理由としては，裾野の広い川田グループがロボット事業も展開していることが一つの大きなきっかけとなっている。

写真20　G-DOCK（2020）

5．おわりに

建築事業部は設立以来，地域に貢献することを大切にしながら，医療建築やシステム建築などの差別化のための武器を手に入れ，牛久大仏やガンダムなど前人未踏のプロジェクトにも果敢に挑戦することで発展してきた。

そしてこれからも創業以来のDNAともいえる「鉄のエキスパート」という特長と，ゼネコンでありメーカでもあるが故に可能な「ONE STOPシステム建築」という特長を差別化の基軸として，デザインに優れた建物，地球環境に配慮した建物など，高付加価値建物にも積極的に取り組みながらその裾野を広げて行く。

建築事業部は世の中の変化に敏感に対応しながら，今後も挑戦，進化し続ける。

環境・防災事業

川田 太郎
川田工業㈱事業企画部　部長

中山 良直
川田建設㈱技術本部　技術部長

鈴木　聡
川田建設㈱技術本部技術部
技術開発課　課長

村上 直樹
川田工業㈱事業企画部
新事業開発室　室長

平井 博彦
川田工業㈱事業企画部
ECO 事業室　室長

清水 章弘
川田工業㈱事業企画部
ECO 事業室　主任

1．はじめに

川田グループでは環境と防災を一体と捉え，2000 年代初頭より環境・防災製品の開発を行ってきた。いずれの製品も「トータルコスト」「より地球にやさしい製品開発」を意識しており，今の時代にマッチした製品が揃っている。詳細は本文に譲るが，現在展開中の製品とその特長を一言で述べると以下の通りである。

【環境事業】

①屋上緑化システム「みどりちゃん」
　基本的に水やりが不要で潅水量を大幅に削減

②地中熱ヒートポンプ空調システム「GEOneo®」
　自動制御による地中熱と他熱源とのハイブリッド方式を実現

③太陽光発電システム
　自家消費への特化と補助金利用支援

【防災事業】

①プレキャスト製地下貯水槽「エコマモール」
　柱間隔 10m を実現することで部材数を大幅削減し，施工期間を大きく短縮

②法面防災緑化工法「ジオステップ」
　足場不要で法面の緑化も実現

③耐震・制振用座屈拘束ブレース「ハイパー・ブレース」
　目視による厳格な品質管理と意匠性に優れたスリムな外観

2．環境関連事業

（1）屋上緑化システム「みどりちゃん」

「みどりちゃん」の最大の特長は，雨水を貯留し有効的に活用する他社にはない独自の構造のため，基本的に水やり不要という点である。本システムは貯水ユニット，吸湿材としての再生炭，システム土壌で構成され，植物への水分供給方法も貯留水上の空気層へ蒸散した水分を再生炭が吸湿し，土壌，植栽へ伝達する雨水循環方式を採用することで無潅水を実現した。

また，システムを構成する資材はリサイクル材を採用し，水やりにかかる水道代，人件費などのランニングコストも低減可能な時代が求める屋上庭園を創造する。

「みどりちゃん」は，現在まで国内外で 200 件以上の導入実績があり，国内では 2003 年の第 1 号案件以降，マンションや病院など幅広く導入されている。特に教育施設では「品川区立第二延山小学校屋上緑化」（**写真 1**）のように，緑地の中に人が入ることができ，かつ散水の手間の削減可能な点が評価された納入実績が豊富である。また，2017 年に全館開館した「富山県美術館屋上緑化」Vol.37（**写真 2**）における屋上庭園（約 3 000m^2）は，貯水ユニットが土壌の下に埋められており景観を損なわず安全に優れている点や強度が優れる点が評価され，「みどりちゃん」が採用された。当実績は美術館の屋上緑化，巨大遊具のある屋上緑化，緑地の上に人が入る屋上緑化として日本最大級で，屋上緑化や遊具を通して，身体を動かしながら親子がアートやデザインを体感できる空間となっている。

写真 1　品川区立第二延山小学校屋上緑化（2006）

写真 2　富山県美術館屋上緑化（2017）

海外では，香港，シンガポール，オーストラリア，北アメリカなどで雨水のみで植物が生育する屋上緑化システム「Midori-chan」として，採用が広がりつつある。

特に香港では，日本よりも散水にかかる水道代が高額でコストがかかることから，採用実績が増えている。香港における独占鉄道事業者である香港鉄路有限公司（MTR Corporation Limited）が運営する香港最大の鉄道路線システム「香港 MTR」では，約 5 000m^2 の「Shatin to Central Link（沙田至中環線）第 1 期屋上緑化」[Vol.39]（**写真 3**）を始め，その他にも 11 か所の駅舎などに採用された。環境対策を検討する都市はますます増加する見通しであり，今後は，世界へ向けても展開していく。

また，長年屋上緑化システム「みどりちゃん」で培ったノウハウを活用した新たな壁面緑化システム「Stand by Midori-chan」を近日公開予定である。

写真 3　Shatin to Central Link（紗田至中環線）第 1 期屋上緑化（2017）

（2）地中熱ヒートポンプ空調システム「GEOneo®」

「GEOneo®」は，2009 年より KTI 技術研究所で地中熱利用技術の開発に取り組み，熱交換器を地中に埋設する技術，杭基礎型熱交換器の活用技術，蓄熱技術，太陽光などの他熱源と地中熱源とのハイブリッド活用など地中熱を効率的に活用する技術に取り組んでいる。

2010 年には，川田工業富山本社事務所棟に地下水を熱源としたオープン形式のヒートポンプ空調システム [Vol.38] を導入し，2011 年には「アメリカンスクール･イン･ジャパン」（**写真 4**，東京都）に U チューブ（熱交換器）を活用するクローズド式の地中熱空調を導入した。

2016 年からは，空気熱源と地中熱源のハイブリッド型地中熱空調のシーケンス制御技術を研究し確立した。2018 年には，ハイブリッド型地中熱空調で冷暖房需要のピーク負荷の 6 割程度を地中熱源で賄い，不足相当を空気熱源で補って，空気熱源と水熱源の 2 系統のビル用マルチエアコンを集中管理で制御する「GEOneo® ハイブリッド」（**図 1**）を実用化した。

写真 4　アメリカンスクール・イン・ジャパン（2011）

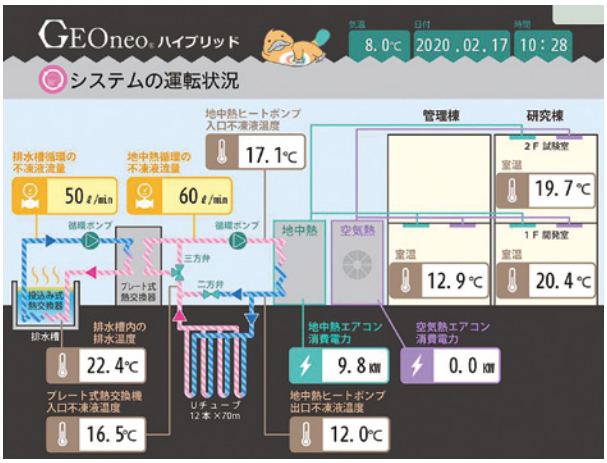


図 1　GEOneo® ハイブリッド モニタリング画面（2018）

（3）太陽光発電システム

川田工業では，太陽光発電システムで発電した電力をそのまま自社消費するシステム「自家消費型太陽光発電システム」を推進しており，実績としては，2018 年に「日本 WeP 流通株式会社圏央入間物流センター」（**写真 5**，埼玉県）において採用された。

自家消費型太陽光発電システムは，再生可能エネルギーだけで生活できる「スマートシティ実現」に向けて注目されており，各設備･住宅への推進が図られている。また，2021 年時点でも補助金または助成金を活用することが可能であり，経済的なメリット面でも後押しされている。

写真 5　日本 WeP 流通 圏央入間物流センター（2018）

3．防災関連事業

（1）プレキャスト製地下貯水槽「エコマモール」

それまでの地下貯水槽は，プレキャスト製の場合はRC構造の壁部材や屋根部材を組み立てるタイプが主流で，屋根部材の長さは4m程度以下だった。そこで，川田建設では那須工場や九州工場のプレテンション桁製造技術を活かし，他社製品との差別化を図ったPC部材組立式のプレキャスト製地下貯水槽の開発を2003年にスタートした。「ゲリラ豪雨」が新語・流行語のトップ10に選ばれる5年前である。

柱間隔を10mに広げたPC部材組立式のプレキャスト製で，プレキャスト部材同士の接合は，現場作業の省力化を図ってピン結合構造とし，その結合方式は特許を取得（特許第4171403号）した。当時の川田紳一社長に「エコマモール」と命名された本工法は，2004年，（一財）土木研究センターの建設技術証明を取得（建技審証第0407号）するとともに，翌2005年にはNETISにも登録（HR-050005-A）された。

「エコマモール」の第1号は，2004年に川田建設九州工場の敷地内に設置した1 140m^{3}の貯水槽[Vol.25]を除くと，2006年の「圏央道あきる野市牛沼改良工事」[Vol.26]（**写真6**，東京都）で，トンネル壁面の洗浄水や火災時の消火水の一時貯留が目的のため，貯水量は238m^{3}という小規模なものであった。圏央道のトンネルの付帯施設のため，発注は国土交通省関東地方整備局だったが，一般的には市町村や土地区画整理組合である。

山梨県昭和町の常永土地区画整理事業では，2009年から2013年にかけて4基の貯水槽を構築した。貯水槽上部は公園としての利用であり，7 770m^{3}の「常永2号調整池」[Vol.33]の上部はビオトープ（**写真7**）である。

これまでの実績で貯水量が最大なのは，2019年に完成した「新座大和田地区雨水流出抑制施設」[Vol.40]（**写真8**，埼玉県）の16 500m^{3}で，川田工業と川田建設が連携して営業活動を行うことで受注にこぎつけ，川田工業・川田建設JVで施工した。

写真7　常永2号調整池（2013）

本施設の掘削から埋戻しまでの施工工期は，発注時には21ヶ月となっていたが，遮水工法等の変更で14ヶ月に短縮できた。貯水槽本体の設置期間は，プレキャストRC製から「エコマモール」への変更で6ヶ月を3ヶ月に半減させた[1)]。プレキャストRC製の場合は屋根部材を仕切り壁で支持する構造が多いが，「エコマモール」は柱梁構造で中間部材数を減らすことで，16 500m^{3}の貯水槽の構築に必要なプレキャスト部材をわずか440ピースとし，現場工期の短縮を可能にした。また，中間柱本数が少ない完成後の内観は，**写真9**のように地下駐車場のごとくである。そのため，小型のホイールローダなどで堆積した土砂を清掃することができる。

写真8　新座大和田地区雨水流出抑制施設（2019）

写真6　圏央道あきる野市牛沼改良工事（2006）

写真9　新座大和田地区施設 内観（2019）

（2）法面防災緑化工法「ジオステップ」

「ジオステップ」は，プレキャスト製の壁体受圧板を鉛直に建てることで斜面を階段状にして，土砂災害を防止するための斜面安定化工法として機能しながら，中高木を植樹して法面を緑化することも可能とした川田建設独自の工法（**図2**）である。

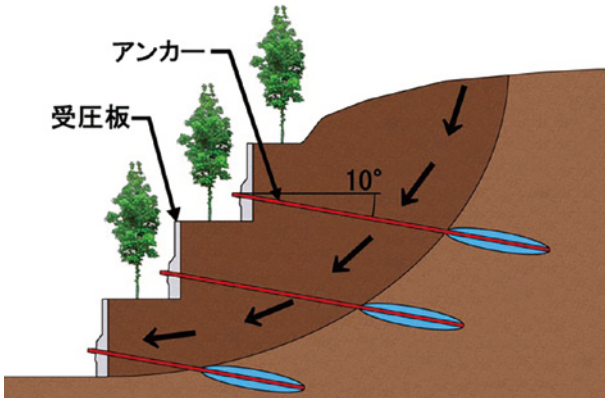


図2　ジオステップの概要

2001 年に「奥山地区改良工事」[Vol.22]（**写真 10**, 長崎県）で採用されて以降，北は北海道から南は九州長崎までの全国各地に，約 1 800 枚の受圧板を設置している。

写真 10　奥山地区改良工事（2001）

（3）耐震・制振用座屈拘束ブレース「ハイパー・ブレース」

それまでの耐震・制振用座屈拘束ブレースは，性能面で大きな影響のあるクリアランス量（充填材と芯材間の隙間量）を正確に計測することができなかったが，「ハイパー・ブレース」はクリアランス量を厳密に管理（**図3**）することが可能である。また，クリアランス量に関わるモルタルなどの充填材部分に，注入工法ではなく打設工法を採用したことで，打設状態や芯材接触面との平坦度を「直接確認」することを可能にした。

「ハイパー・ブレース」は，耐震・制振ともに対応しており，高層ビルなどに採用される制振ブレースの実績として，神奈川県横浜市にある，地上 22 階建・高さ 99.90m を誇る「神奈川大学みなとみらいキャンパス」[Vol.39]（**写真 11**）に 151 本を納品した。

本技術は神奈川大学が保有する特許の実施権許諾を受け，新たな性能確認実験の実施を岩田衛教授の指導の下で実施，実用化を図ったものである。

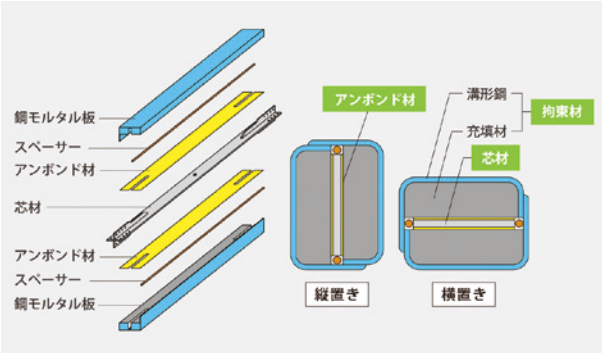


図3　ハイパー・ブレース断面イメージ図

写真 11　神奈川大学みなとみらいキャンパス ハイパー・ブレース（2020）

4．おわりに

2020 年に内閣総理大臣が「2050 年カーボンニュートラル宣言」を発表し，国際的に機運が高まっている脱炭素化が日本でも注目されると同時に，改めて「SDGs」（持続可能な開発目標）や「ESG」（環境，社会，ガバナンス）などの流れが加速した。

環境・防災事業を通じて，新たな社会的価値を創出するとともに「安心で快適な生活環境の創造」というグループ理念の実現を目指す。国内だけの展開に留まらず諸外国への展開も始めており，着実に歩を進めていることを実感している。

〔参考文献〕

1）大川戸昇，堤健次，水戸健介：PC 部材を用いた組立式地下貯水槽の施工報告，第 29 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，pp.223-226，2020.10

保全・維持管理事業

湯本 大祐
川田工業㈱橋梁事業部工事部
東京工事部長

秦　栄
川田建設㈱ 執行役員工事本部
副本部長

久保田 和徳
㈱橋梁メンテナンス技術開発部
開発課　課長

長坂 康史
川田工業㈱橋梁事業部保全推進室
部長

1．はじめに

川田工業の工事部が 1971 年に，玖洋（くよう）建設（現在の川田建設）に移動して以降，９年後の 1980 年に首都高速道路公団で床版補強工事を完工させたのが川田グループで最も古い保全工事である。その後，1983 年に橋梁メンテナンスの始祖会社である多度津製作所と苗島製作所を設立し，３年後の 1986 年に「シーペックジョイント Wd 型」の輸入販売を開始した。さらに，1990 年に川田建設から鋼橋工事部門を川田工業に移動させた後，1995 年の阪神・淡路大震災，2011 年の東日本大震災などの震災復旧工事に各社が貢献してきた。

2．長大橋や鋼橋の保全

（1）歴史的橋梁の補修・補強

川田工業では，最も記憶に残るものとして，1993 年の四谷見附橋（**写真１**）の撤去・補修・移設 [Vol.11,13] が挙げられる。1913 年に建設された同橋は，鋼上路アーチ橋としては国内最古に属する。道路拡幅事業にともない同橋を撤去し別の所で準幹線道路として使用するという，後にも先にもほとんど例のない工事であった。

写真１　四谷見附橋 工場での再現仮組立（1993）

（2）長大橋耐震補強

2010 年には，国内最大級のアーチ支間 140m を有する鋼逆ランガー橋の槇木沢橋（**写真２**）の耐震補強 [vol31] を行った。アーチライズ 33m，谷底まで約 100m の立地でアーチリブ全体をワンサイドボルト約 29 000 本で当て板補強した。

写真２　槇木沢橋 アーチリブ当て板補強（2010）

また，1989 年に供用開始した横浜ベイブリッジは，阪神･淡路大震災以降耐震設計が見直され，端橋脚に「増設リブ」「段差防止構造」「変位制限装置」「アップリフト防止ケーブル」（**写真３**），主塔に「段差防止装置」「緩衝材」および下路トラス下弦材に「角補強」が設置され 2012 年に耐震補強 [Vol.28,29] が完了した。

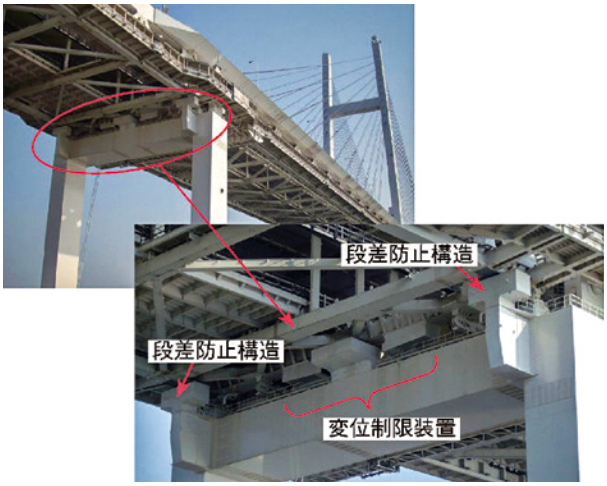


写真３　横浜ベイブリッジ 段差防止構造，変位制限装置（2012）

（3）災害復旧

1995 年の阪神・淡路大震災で，阪神高速湾岸線の西宮港工区の単純合成箱桁が片側だけ落橋した。撤去は傾いた状態で実施され（**写真４**），工場製作を含め落橋後 83 日で供用開始した[Vol.15]。

写真４　阪神高速湾岸線 床版撤去状況（1995）

2011 年の東日本大震災の津波により，新北上大橋の内２径間が流出した。本復旧においては復興工事車両への影響を最小限にするために，本橋の隣で桁を地組し床版コンクリート打設した後，横取り降下した（**写真５**）[Vol.36]。

写真５　新北上大橋 横取り降下状況（2016）

また，2019 年に台風 15 号で横浜港に停泊していた貨物船が走錨し南本牧運河上の３径間連続鋼床版箱桁に衝突した。その影響で，鋼床版張出部が約 100m に渡りめくれ上がったため，仮受けしない支点支持状態での張出部撤去設置を行った（**写真６**）。

（4）床版補修，補強，取替

2008 年，供用後約 30 年が経過した舞浜大橋において，首都高速道路㈱と共同で対処方法を検討し，鋼床版き裂の補修[Vol.29]を実施した。代表的な事例として「き裂切削」「ストップホール施工」「当て板補強（**写真７**）」「部材交換」などが行われた。

写真６　南本牧はま道路 鋼床版撤去状況（2019）

写真７　舞浜大橋 鋼床版当て板補修（2008）

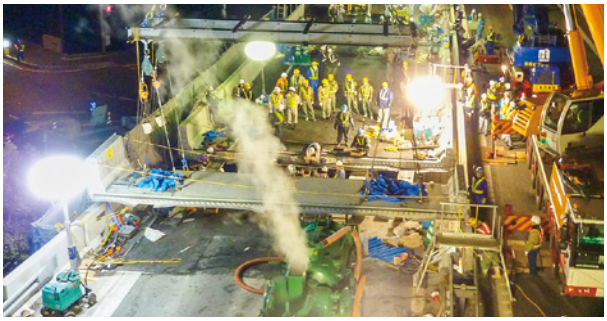


写真８　御幸大橋 鋼床版撤去状況（2011）

また，2011 年（平成 23 年）には，西名阪自動車道の御幸大橋（下り線）において床版取替が行われた[Vol.31]。ただ，平均交通量が約６万台／日と多く，「日々開放（夜間通行止め施工で朝開放）」が採用された。床版取替工で時間のかかる既設上フランジのコンクリート除去を避けるため，プレキャストコンクリート床版に鋼上フランジの一部をあらかじめ設置しておき，現地では鋼桁ウェブ部を添接する方法が採られた（**写真８**）。

3．高速道路橋や PC 橋の保全

（1）床版補強・更新

川田建設は，1980 年頃から本格的に保全事業に乗り出した。まずは縦桁増設と鋼板接着による床版補強で，1980 年の首都高速道路床版補強工事 54-2 以降，20 年間継続的に計 20 数件の首都高速道路の床版補強工事を施工した。1999 年完成の床組構造改築工事 1-42 が本工法による最後の工事である。その後，首都高速道路では，耐荷性と耐久性向上を目的とした炭素繊補強（格子貼り）に移行し，2006 年に完成した床組構造改築工事 1-80（**写真９**）が同補強工法の当社初の工事である。

2010 年代から，床版劣化に対する抜本的な解決策として，NEXCO を中心に大規模な床版更新工事が発注され始めた。2016 年に完成した沖縄自動車道明治山第二橋（下り線）他 1 橋床版改良工事 [Vol.33,35]（**写真 10**）は，当社で開発したプレキャスト PC 床版用の「KK 合理化継手」が初めて採用された床版更新（取替え）工事である。その後，2021 年 8 月時点までの 5 年間に受注した床版更新工事は，東名高速・北陸道・東海北陸道・中国道・沖縄自動車道での 7 件で，床版更新が完了した橋梁は 19 橋にのぼる。

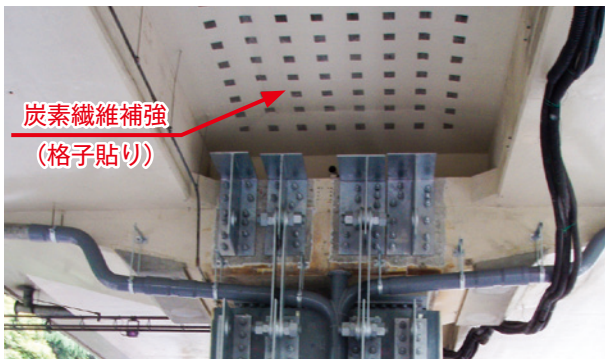


写真９　首都高 炭素繊維補強（2006）

写真 10　明治山第二橋 床版取替え（2016）

（2）耐震補強

耐震補強工事は，支承，落橋防止構造，桁かかり長，段差防止構造をその都度，耐震基準に合わせ取替えや設置を実施してきており，川田グループでは 1970 年代から施工するようになった。本格的な施工は阪神・淡路大震災以降で，1997 年の国道 171 号池田高架橋下部復旧工事 [Vol.15,16] は，震災後の復旧仕様で耐震補強工事が実施された当社初の工事である。その後も数多くの橋脚耐震補強，支承取替，落橋防止構造設置等の耐震補強工事を施工したなかで，2011 年完成の首都高速道路床組構造改築（その 2）工事 1-80[Vol.29]（**写真 11**）は，単柱橋脚頂部の再構築による支承取替えやジャッキダウン後の支承反力の検証など数多くの新技術を採用した。

写真 11　首都高 落橋防止システム設置（2011）

（3）橋梁の劣化・変状部の補修補強

有ヒンジラーメン構造やゲルバー構造で橋体の損傷や伸縮装置部の走行性に問題が発生した橋梁に対しては，外ケーブルによる桁連続化補強によって耐震性能の向上，走行性の改善，車両大型化対策が実施された。北陸自動車道手取川橋橋梁補強工事 [Vol.16,18]（**写真 12**）は，日本初の有ヒンジラーメン橋の連続化で，1998 年に完成した。2019 年の首都高速道路構造物改良工事 1-203[Vol.37,38] では，ゲルバーヒンジ部を連続化し，8 径間連続構造とした。外ケーブル長は，最大で 215 m，偏向点は 31 箇所という大規模なものであった。

写真 12　手取川橋 外ケーブル補強他（1998）

1990 年代以前に建設された PC 橋では，グラウト充填が一部で不充分となっていることがある。そこで，未充填箇所の再注入によるマクロセル腐食に着目し，PC 鋼材の防錆効果を有する「KK グラウト注入工法」を開発した。1975 年供用開始の新連城橋 [Vol.39]（**写真 13**）で初めて同工法による再注入補修を行い，2019 年に完了した。

写真 13　新連城橋　グラウト再注入（2019）

（4）防音壁・裏面吸音板

沿道騒音対策として，防音壁設置工事を 1970 年代から行ってきた。1989 年の首都高速道路 556 工区高架橋防音壁設置工事[Vol.9]（**写真 14**）は，大規模に発注された裏面吸音板設置工事で，その後の全国の都市部高架橋での工事の先駆けである。

写真 14　首都高 防音壁・裏面吸音板設置（1989）

（5）疲労き裂対策

1990 年代に入り，道路橋における疲労損傷対策が本格的に実施されるようになった。鋼床版を含む上部工の疲労損傷対策工事が多くを占めたなか，2006 年，国道 4 号線千住大橋（新橋）[Vol.27]（**写真 15**）では当社で初めて鋼製橋脚隅角部に発生した疲労き裂の対策工事を行った。

写真 15　千住大橋（新橋）橋脚隅角部補強（2006）

（6）修景その他

川田工業東京本社から歩いてすぐのところに位置する音無川親水公園の整備事業では，音無橋補修工事[Vol.8,9]（**写真 16**）に携わり，修景・補修を大規模に実施して，1988 年にリニューアルが完了した。

標識板・文字情報機器の大型化や，既設のパイプトラス式標識支柱の経年劣化および景観改善を目的とした新型の標識支柱設置工事は，1991 年からの 10 数年間で元請け工事だけで 11 件を数える。首都高速道路分岐案内標識支柱設置工事（その 8）[Vol.14]（**写真 17**）はそのなかで最大規模の工事である。

PCT 桁や I 桁の架け替え時に幅員方向に分割して施工する際，床版や横桁の供用側横締めプレストレスを保持するための中間定着工法「アイ・フィクス」を開発した。2005 年度より開発に着手し，定着方法や金具形状を何度も試行し改良を重ねて，2016 年に歌高架橋[Vol.37]（**写真 18**）で初めて適用された。

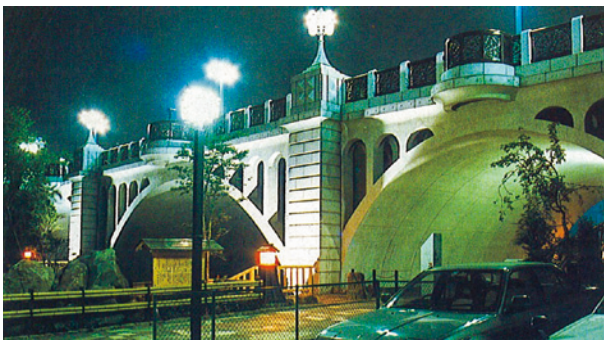


写真 16　音無橋 修景・補修（1988）

写真 17　首都高 標識支柱の更新（1994）

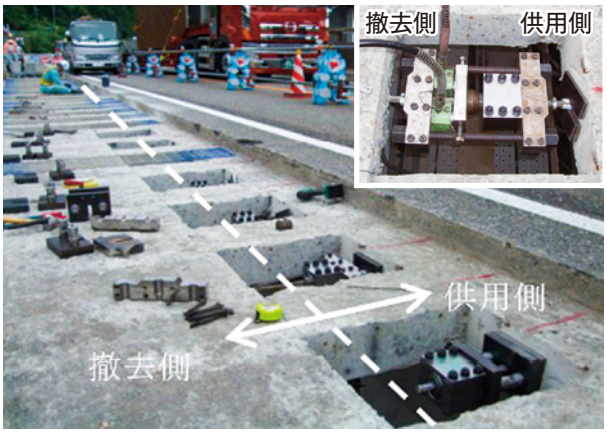


写真 18　歌高架橋 中間定着（2016）

4. 伸縮装置，導水装置について

図 1 に伸縮装置型式（シーペック，KMA，KMS）の変遷を各種試験の実施履歴や技術基準などの動向とともに示す。

（1）シーペックジョイントの耐久性

橋梁メンテナンスは，その前身である㈱綜合メンテナンスと㈱中京メンテナンスが設立された 1986 年，フランス・シーペック社のシーペックジョイント「Wd」型の輸入販売を開始した。当時，橋梁の伸縮装置は最も傷みやすい箇所の一つであることが知られており，一度の更新でその後の長期間の供用が可能となる耐久性に優れた伸縮装置が求められていた。シーペックジョイントは，一体鋳造のアルミ合金製本体を PC 鋼棒で床版もしくは橋台のコンクリートに定着する伸縮装置であり，本体に疲労破壊が懸念される溶接部がない，PC 鋼棒のプレストレスにより定着部の応力の変動を抑えるといった耐久性の確保に有利な特長をもつ（**写真 19**）。他に類をみない独特な構造であることやフランスの技術基準，設計手法によるものであることから，国内での実橋試験などにより設計の妥当性や耐久性を確認している [Vol.9,Vol.10]。

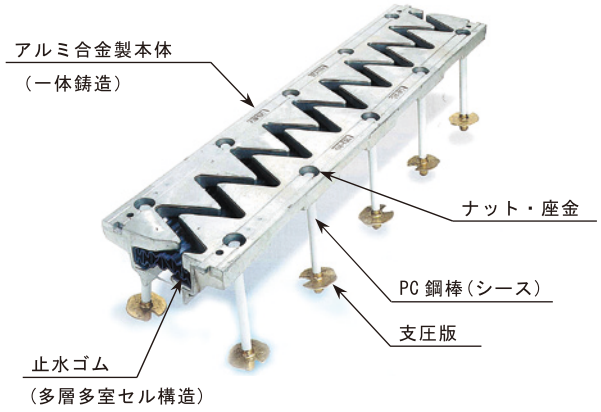


写真 19　シーペックジョイント「Wd 型」（1986）

（2）シーペックジョイントの止水性

橋梁の保全・維持管理において，橋梁端部や支承部の腐食・損傷の原因となる橋梁遊間部への漏水を防止することは重要であり，伸縮装置は前述の耐久性とともに止水性を確保することが求められる。シーペックジョイントは多層多室セル構造の止水ゴムにより橋梁遊間部への漏水を防いでいるが，この止水ゴムは遊間が最大限拡大した場合でも，圧縮状態となるよう本体にセットされ，その復元力により本体と密着する止水性に有利な構造である。耐久性と同様に，国内での実橋試験により止水性を確認している [Vol.9]。

（3）シーペックジョイントの発展

1995 年，Wd 型の後継である「Wdj」型の販売を開始した。Wdj 型は，フランスの技術基準で設計された Wd 型とは異なり，日本の技術基準で設計した型式である。この仕様変更は 1993 年の設計自動車荷重の改正を受け耐荷力の見直しが必要となったことを機に行ったものであり，これ以降の型式は全て日本の技術基準を用いて橋梁メンテナンスで設計したものである。製造について，Wdj 型までは従来と変わらずフランス・シーペック社によるものであったが，その後継として 1996 年に販売開始した「Wj」型からは国内でのものとなった。

1997 年に販売開始した「WP」型と 2000 年に販売開始した「Wy」型は，Wj 型と比較して広遊間・大伸縮の橋梁に適用できる型式である。WP 型は，それまで日本で販売してきたシーペックジョイントとは違い本体が鋼板の重ね合わせであり，500 mm 程度までの伸縮量に適用できる。Wy 型は，WP 型と比較すれば適用できる伸縮量は小さいが，Wj 型よりも広遊間・大伸縮の橋梁

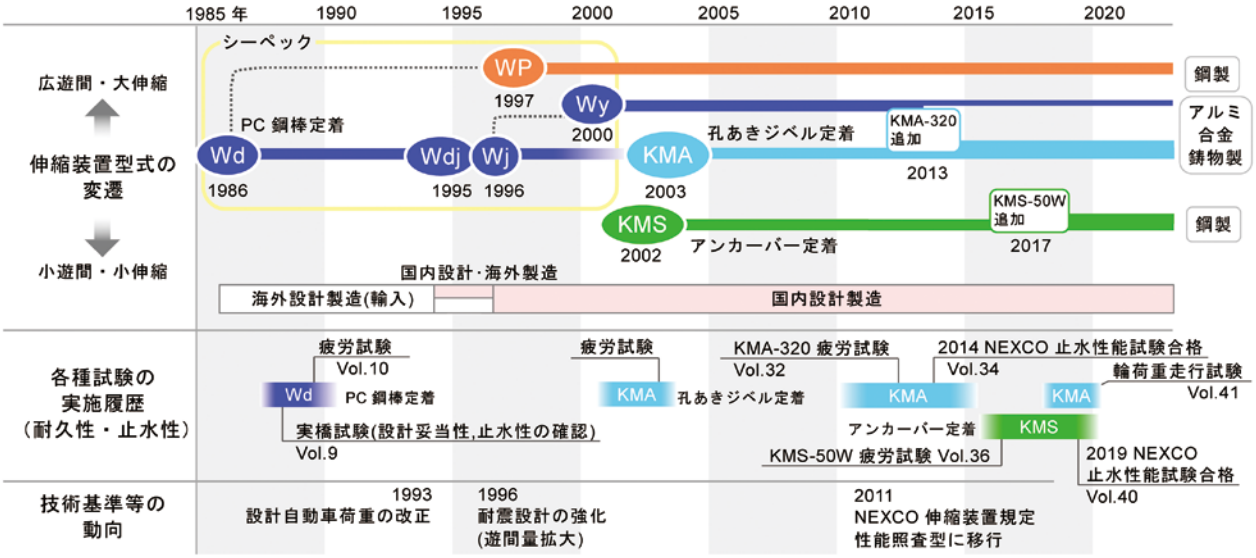


図 1　伸縮装置型式の変遷（上）各種試験の実施履歴（中）技術基準等の動向（下）

に適用できるアルミ合金鋳物製の伸縮装置として開発した型式である。

（4）KMA ジョイントの開発

シーペックジョイントに用いられた PC 鋼棒による定着方式は，箱抜き深さが大きいことやコンクリートの養生後に軸力導入作業があることが施工上の難点であった。

Wj 型の後継として 2003 年に販売開始した「KMA ジョイント」は，課題であった定着方式を孔あきジベルによる方式とした伸縮装置である。PC 鋼棒の緊張が不要となったことで施工時間が短縮されたほか，構造高が抑えられ箱抜き深さが浅くなった（**図 2**）。この定着方式の変更により，特に，交通規制時間の短縮が求められる更新工事での適用性が向上した。

KMA ジョイントは定着方式がシーペックジョイントとは異なるものとなったが，孔あきジベルを含め一体鋳造のアルミ合金製であること，多層多室セル構造の止水ゴムにより橋梁端部への漏水を防ぐことなど，耐久性・止水性の確保に有利なシーペックジョイントの特徴を継承している（**写真 20**）。なお，孔あきジベル定着方式の耐久性は，実機による疲労試験を行うことで確認した[Vol.32]。

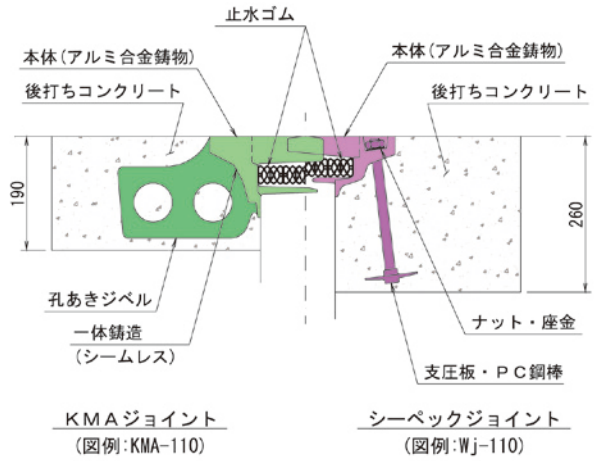


図 2　KMA ジョイントとシーペックジョイントの違い

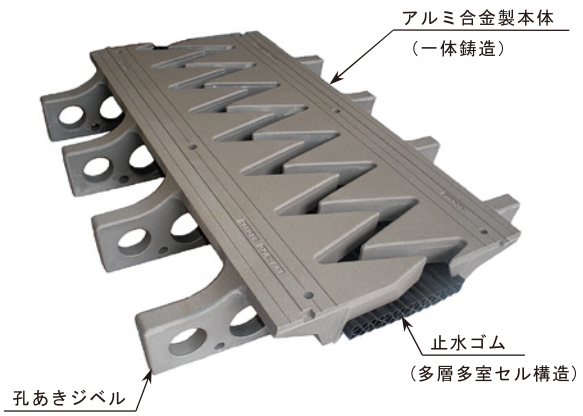


写真 20　KMA ジョイント（2003）

（5）KMA ジョイントの改善，改良

販売当初の KMA ジョイントは，カバーする伸縮量が Wj 型と同等であったため，より大伸縮の橋梁への対応は PC 鋼棒による定着方式をとる Wy 型が担い続けた。2013 年に加わった「KMA-320」は KMA ジョイントが対応する遊間量･伸縮量を拡大させた。これにより，Wy 型が担っていた広遊間・大伸縮の一部が，孔あきジベル定着方式の適用範囲となった。

2011 年 7 月，NEXCO の伸縮装置の規定が性能照査型に移行した。これに伴い，止水性については止水性能試験（試験法 438）により照査することとされた。2014 年，全 6 タイプのなかで最大の KMA-320 が試験に合格したことにより，KMA ジョイントは NEXCO の止水性の要求を満足する伸縮装置となった[Vol.34]。この試験は止水材に接合部を設けた実機で行うものであり，接合の確実性が試験結果を左右する（**写真 21**）。止水ゴムの接合は，1 本の伸縮装置を段階的に取り替える交通規制下での更新工事においては避けられないものであり，試験に合格するまでの過程において接合法が確立されたことで，KMA ジョイントの更新工事での適用性がさらに向上した。

なお，2010 年 5 月より，工場から出荷する製品の全てについて，止水性を確認する水張り試験を行っている。

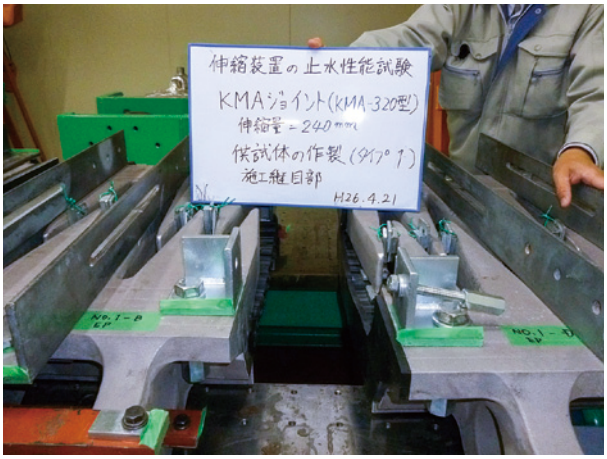


写真 21　KMA-320 止水性能試験体の接合部（2014）

（6）KMA ジョイントのさらなる改良

KMA ジョイントは，伸縮装置本体や定着部の耐久性が確認された伸縮装置であるが，さらに，輪荷重が直接載荷する後打ちコンクリート部表層に着目し，その耐久性向上を目指した改良型の開発を進めている。改良の効果は，輪荷重走行試験を行うことで確認した（**写真 22**）。改良前後の形状の違いや改良の効果は，本号[Vol.41]掲載の技術紹介「KMA ジョイントの改善･改良」に示す。現在，全 6 タイプのうち伸縮量の大きい 3 タイプについては，NEXCO が規定する各種性能の照査・確認を終えており，残り 3 タイプの照査・確認を進めている。

写真 22　KMA ジョイント輪荷重走行試験（2019）

（7）KMS ジョイント

2002 年に販売開始した KMS ジョイント[Vol.23] は伸縮量 50mm 以下の小伸縮に対応する鋼製の伸縮装置である（**写真 23**）。遊間量に関して，販売開始の時点では，100mm 以下に対応するものであったが，2017 年に「KMS-50W」が加わったことで 150mm まで対応する伸縮装置となった。KMS-50W を含む 4 タイプ構成となった KMS ジョイントは，定点疲労試験による疲労耐久性の照査[Vol.36] や前述の試験による止水性の照査（**写真 24**）[Vol.40] などを行い，NEXCO が規定する各種の性能規定に適合する伸縮装置となった。

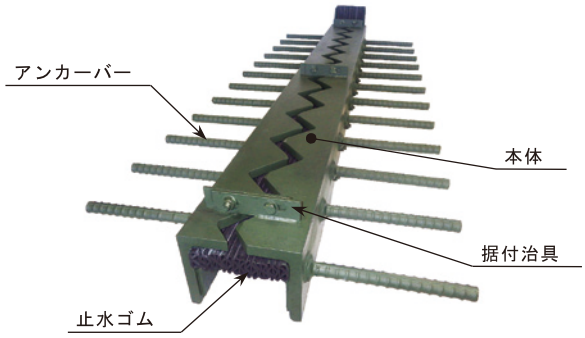


写真 23　KMS ジョイント「KMS-50W」（2017）

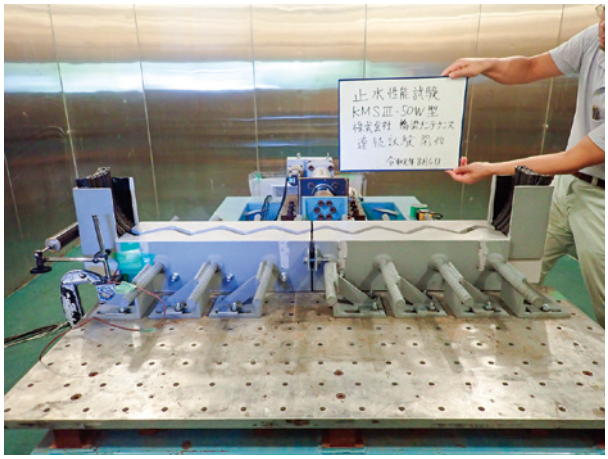


写真 24　KMS ジョイント止水性能試験体（2019）

（8）舗装等の浸透水の導水装置について

アスファルト舗装に浸透した雨水は床版防水層上面の勾配に沿って流れる。この浸透水を床版水抜きまで導水する装置として，ステンレス鋼線をスパイラル状に成型した「ドレイナー」を 1989 年に，ドレイナーと遮断シートで構成された「スパイラルドレーン」を 1988 年に販売開始した。舗装に敷設されるドレイナーは単独でアスファルト混合物の浸入を抑制し導水のための空隙を確保する[Vol.13]。伸縮装置の後打ちコンクリート内に敷設するスパイラルドレーンは遮断シートを併用することでセメントペーストの浸入を防ぎ導水のための空隙を確保する（**図 3**）[Vol.13]。なお，導水装置は地覆や伸縮装置に沿って設置されるが，スパイラルドレーンなどを用いて，伸縮装置に沿った導水装置を設ける例は少なくなっている。また，「クーレ SW」は，亜鉛メッキ鋼線をスパイラル状に成型したものであり，1998 年に販売開始した。

コンクリートセイバーは，合成床版やコンクリート構造物の浸透水を導水する装置として 2002 年に販売開始した。セメントペーストの浸入を防ぎつつ浸透水の通水を阻害しないポリエステル繊維をドレイナーと同様のスパイラル状のステンレス鋼線に被覆している[Vol.23]。

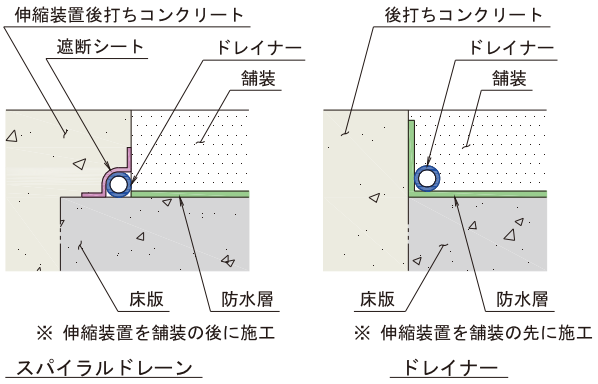


図 3　スパイラルドレーンとドレイナーの違い

5．保全アイテムの開発

川田工業では橋梁事業部保全推進室において，適切な診断のもと，最小限（スマート）の労力と費用で効果的な維持管理（レトロフィット）を提供する SRF（スマート・レトロフィット）の理念をコンセプトに，鋼橋における保全アイテムの開発を実施している。これまでに，鋼床版や鋼製橋脚の疲労き裂対策として開発した「KM リフト工法」や古き接合法のリベット継手における効率的な施工法である「KM リベット工法」などを開発し，すでに特許も取得済みである（KM リフト：特許第 6386616 号，KM リベット：特許第 6897640 号）。

KM リフトは鋼床版桁の垂直補剛材上端における溶接止端や橋脚の支点ダイアフラムの溶接部に生じる疲労き裂に対し，当て板（KM リフト）と母材に設定したわずかなズレ量に対して支圧接合用高力ボルトを挿入，締結することで，当て板をスライドアップしながらき裂に生じる応力を大幅に低減させる工法（８割以上の低減効果）である。**図４**に施工法の概要とリフトアップイメージを示す。今後は，市場の拡大を図る計画でいる。

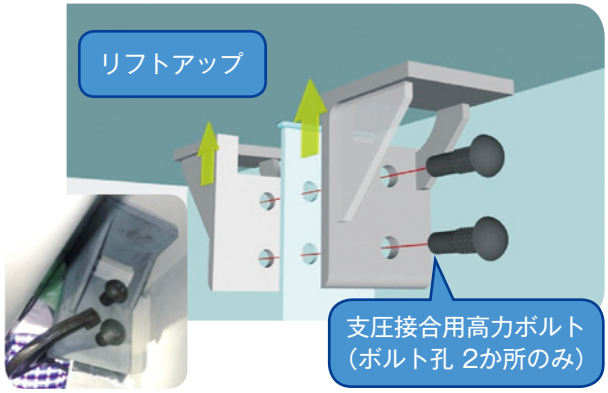


図４　KM リフト工法のリフトアップイメージ

また，1960 年以前に建設された歴史的鋼橋の多くはリベット接合法が使用されたものの，近年で，その施工を担う企業や労働者が少なく，ごく稀な施工技術となっている。また，高温の炉を用いて加熱するため，足場上での安全性への配慮もあり，歴史的遺産と称せられる鋼橋でさえも継手部の補修には高力ボルトを代用することが多い。そこで，従来のコークスを利用した加熱技術に代わり，電磁誘導加熱装置を用いた安全性の高いリベット加熱法とその施工ユニットシステムを考案した。**図５**に電磁誘導加熱装置を利用したリベットの加熱状況と施工のユニット化を実現した KM リベット工法の概要を示す。

図 -5　KM リベット工法の概要

近年は KTI 技術研究所において，橋梁点検用ドローン「マルコ®」の開発にも取り組んでいる（**写真 25**）。本機は主に RC 橋脚および床板下面を網羅的に撮影し，後工程である画像を用いた点検に有効な写真を提供することを目的にしている [Vol.40]。

写真 25　マルコ®による橋梁点検の状況（2021）

さらに，デジタルトランスフォーメーションへの新しい試みとして，補修現場の点群とストリートビューを Web 上で共有するバーチャルシステム，BridgeStudio® を KTI 技術研究所と川田建設が中心となって企画し運用を開始している [Vol.40]（**写真 26**）。

写真 26　BridgeStudio®の概要（2021）

6．おわりに

川田グループの保全事業は 1980 年に本格的に乗り出し 41 年が経過した。国内の橋梁老朽化も顕在化し，12 年後の 2033 年には建設後 50 年を経過する橋梁が全体の 63％に達することが予想されている。インフラ整備のトレンドが新設から保全へ移行するなか，老朽化問題への対応能力は企業価値の一つに挙げられる。川田グループでは川田工業，川田建設，橋梁メンテナンスを中心に密接に連携を図り，2030 年には総合橋梁エンジニアリングで国内トップ企業集団となることを目指す。

ロボティクス事業

金平 徳之
川田テクノロジーズ㈱技術研究所 所長

藤井 洋之
カワダロボティクス㈱事業企画室 室長

1．はじめに

産業用双腕型ロボット「NEXTAGE」に代表される川田グループのロボティクス事業のルーツは，川田工業において新規事業として設立された航空事業部にさかのぼる。時代の荒波にもまれながらも，航空事業部時代に培った技術を武器として新しい領域に果敢に挑戦し，数々の世界初のロボットを生み出してきた。ここでは航空事業部の設立からカワダロボティクスに至るまでの技術開発の流れと川田グループにおける現在のロボット技術の展開の状況を概観する。

2．川田工業航空事業部から無人ヘリコプタまで

川田工業航空事業部は 1987 年に設立された。この新規事業立ち上げの背景には，都市交通問題の解決策として将来的にヘリコプタ需要が伸びていくであろうことを想定した，橋上ヘリポート[Vol.10]（**図１**）と自社ヘリコプタ開発という２つの大きな構想があった。これらの構想は川田グループの「独創自立」の精神そのままに，挑戦的でかつロマンにあふれたコンセプトであった。

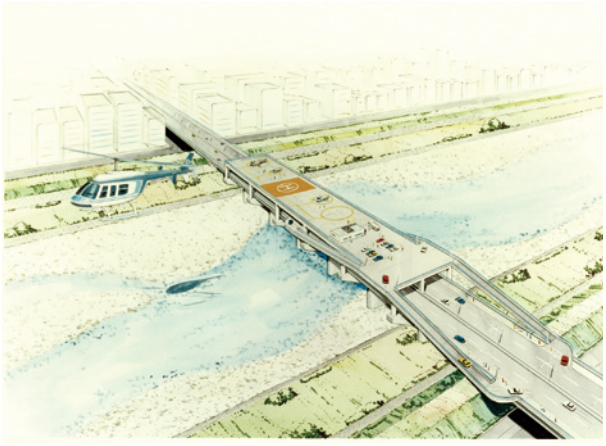
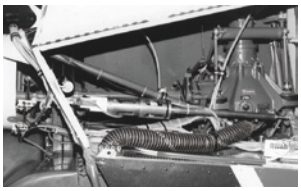


図１　橋上ヘリポート構想（1991）

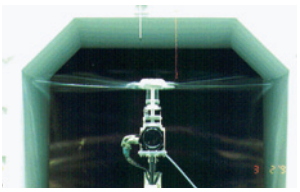
橋上ヘリポートの普及と自社開発ヘリコプタの製造・販売を最終目標に，まずはヘリコプタ専門のパイロットスクール養成校「アビア・フライトスクール」[Vol.13]を開設し（**写真１**），操縦士訓練事業を開始した。その後，小型ヘリコプタの組立て・販売や機体の修理改造を行うサービスまで事業を拡大した。

写真１　アビア・フライトスクール（1987）

同時に，自社ヘリコプタ開発を目指し，ヘリコプタ技術の研究・開発を開始した。小型ヘリコプタ用ヨー軸安定増強装置（ヨー SAS）[Vol.15]の開発やヘリコプタ・ロータの低騒音化の研究（ジェットロータ）[Vol.17]を独自で行い，大手重工会社の研究開発に勝るとも劣らない研究成果を発表している（**写真２**）。



(a) ヨー軸安定増強装置（1996）



(b) ジェットロータ（1998）

写真２　ヘリコプタ技術の研究・開発

自社開発ヘリコプタのコンセプトの一つに掲げられたのが「容易な操縦性」であった。上述のヨー SAS も，難しいとされていたヘリコプタの操縦技量を自動制御によって軽減することを目的としていた。自社の有人ヘリコプタ開発は 1997 年に凍結となったが，ヨー SAS で開発した自動制御技術を元に，大型産業用無人ヘリコプタ RoboCopter 300 を 1999 年に開発した[Vol.18]（**写真３**）。RoboCopter 300 は３人乗りの有人ヘリコプタを改造し，自動安定制御や GPS による自律誘導制御を組み込んで自動飛行を実現した大型の無人ヘリコプタである。大きなペイロードの搭載が可能であったため，実機用の農薬散布装置やカメラスタビライザを装備して産業用としての展開を試みた。

写真３　大型産業用無人ヘリコプタ
RoboCopter 300（1999）

３．小型無人航空機の技術開発

RoboCopter 300 の自律制御技術は小型無人航空機の開発へと引き継がれた。㈱日立製作所と共同で実施した開発では，翼幅が 60cm[Vol.25] と 1.5m[Vol.31] のシリーズをそれぞれ製品化した。特に 1500 シリーズは偵察用として防衛省に採用され量産化を実現した（**写真４**）。

写真４　小型自律無人航空機 1500 シリーズ

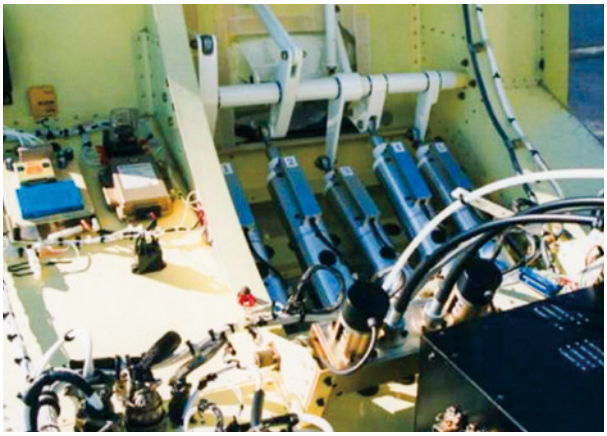
コンピュータ技術の発達に伴い，ドローンと呼ばれる小型無人飛行体の技術と市場は 2010 年代に入って飛躍的に進歩，拡大した。川田工業における無人航空機技術は KTI 技術研究所に引き継がれ，橋梁点検用ドローン「マルコ®」[Vol.38] として，競合の中で現在も技術を切磋琢磨している（**写真５**）。

写真５　橋梁点検用ドローン「マルコ®」（2018）

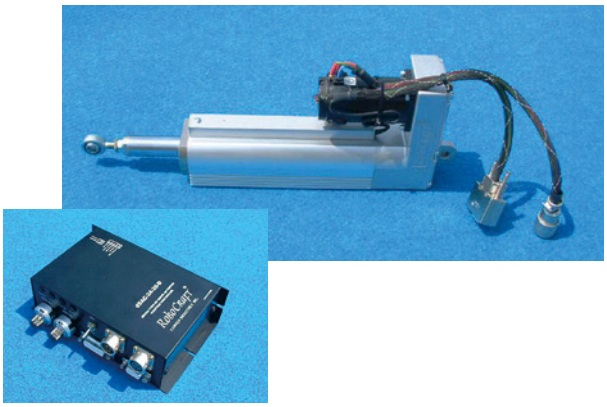
４．アクチュエータ制御技術の応用展開

前出の RoboCopter 300 の開発では，既設の操縦桿の部分にリニアアクチュエータを挿入しコンピュータ制御することでヘリコプタの自動制御を実現した（**写真６(a)**）。この際独自開発したのが，人の操作力や応答性と同程度の性能を有するリニアアクチュエータである[Vol.19]（**写真６(b)**）。2000 年代に入り航空・機械事業部ではこのアクチュエータとその制御技術を「人にやさしいモーションコントロール技術（Human Interactive Motion Control 技術）」[Vol.22] と名付け，デバイス事業として発展させる活動を行った。

この技術の特長は，従来の位置制御に加え，力の制御が行えるところにあった。力の制御は人と機械の関わりにおいて重要となる制御技術であるが，それがヘリコプタの操縦システム無人化の過程で生み出されたことは必然であったと言える。技術者はこの制御技術を武器に想定顧客を訪ねて回り，さまざまなメカトロ機器の開発を行った[Vol.22]（**写真７**）。産業用双腕型ロボット NEXTAGE のキーコンセプトである「人･ロボット協調」はこの「人にやさしいモーションコントロール技術」を顧客とともに磨いていった時期に起源を持つ。



(a)　RoboCopter300 に実装したアクチュエータ



(b)　製品化したリニアアクチュエータ

写真６　Human Interactive Motion Control 技術（2003）

(a) 力制御技術を応用した自動車の操縦装置

(b) 車いす用の制振装置

(c) VR 用体感装置

写真７　モーションコントロール技術の展開（2003）

５．ヒューマノイドロボット

図２に，川田グループが開発した H6 から NEXTAGE に至るまでのヒューマノイドロボットの系譜を示す。

産業用双腕型ロボット NEXTAGE につながるヒューマノイドロボットの開発は，メカトロニクス機器の開発実績が評価を受け，1999 年に東京大学の井上教授（当時）から H6 の開発を受託したことが端緒である。H6 は，ヘリコプタ開発で得た技術を駆使してわずか数か月で開発を行った。続く後継機 H7 の開発も受託，あわせて自社機として isamu [Vol.21] を開発するなど，技術蓄積を進めた。その後，国家プロジェクトである，ヒューマノイドロボットプロジェクト開発に参画する機会を得て，HRP-2P, HRP-2 を開発，等身大として世界初となる転倒，起き上がりの動作を実現した [Vol.22,23]。HRP-2「プロメテ」（**写真８**）は，プラットフォームとして 20 機製造，国内外の研究機関にて 10 年以上の長期にわたり活用されている。2015 年にアメリカで開催された災害救助ロボット競技大会「DARPA ロボティクスチャレンジ」にも HRP-2 をベースにした「HRP-2 改」が参加している。HRP-2 は，2017 年に国立科学博物館の「未来技術遺産」に 2000 年代の技術第一号として登録，2019 年には欧州最大規模のフランス・シテ科学博物館の常設展示に選定されるなど，歴史に残る技術成果として評価されている。

また，愛知万博（2005）では，二足歩行ロボット技術の応用として受託開発した恐竜ロボットが半年もの間ほぼ毎日実演展示された。

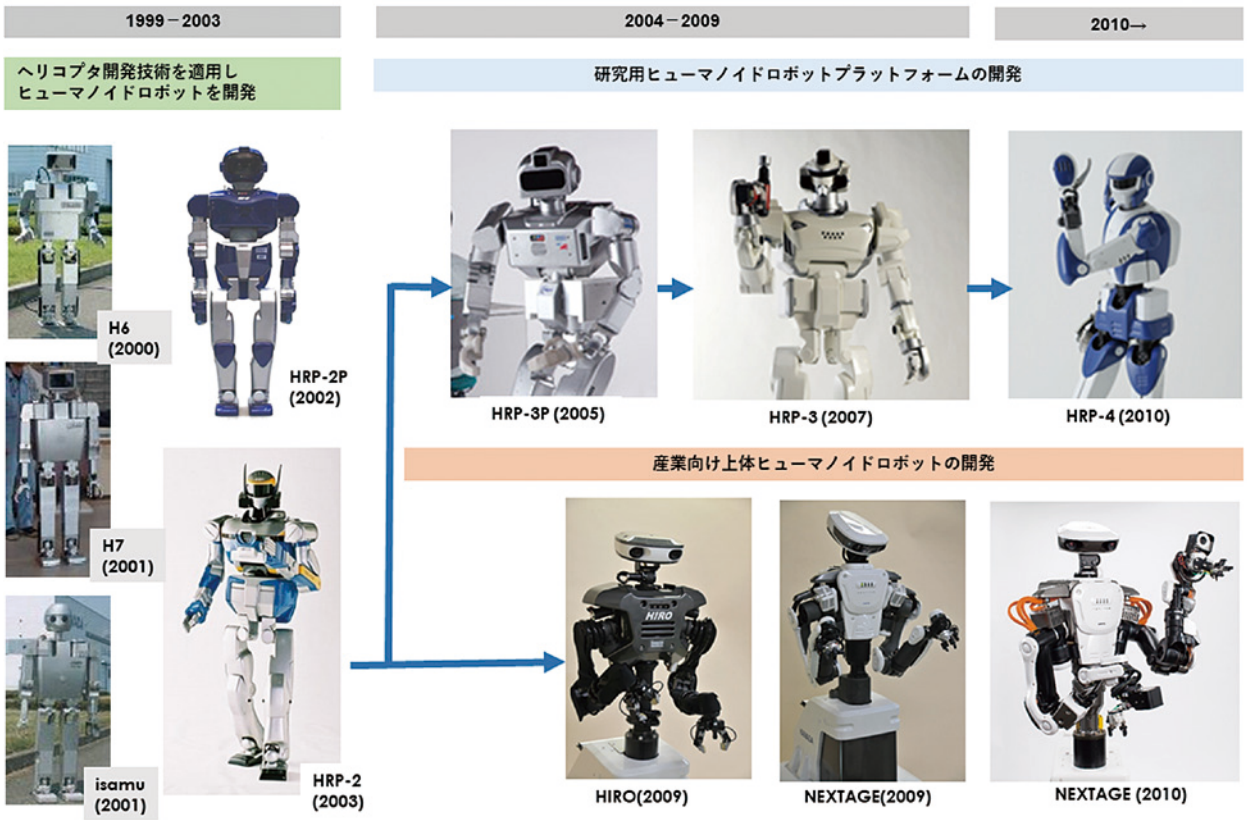


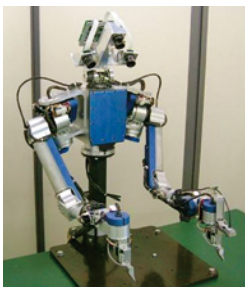
図２　ヒューマノイドロボット開発の歴史

写真８　HRP-2: 人との共同作業（2003）

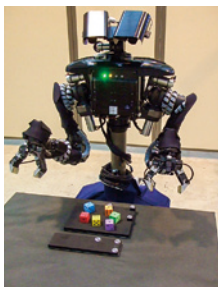
2007 年には防塵防滴を施し，屋外作業を行うことを目的として HRP-3 [Vol.27] を開発，さらに 2010 年には，扱いやすい研究用プラットフォームとして，スリムな外形にこだわった HRP-4 [Vol.31] を開発・商品化するなど，研究者のニーズに合わせたヒューマノイドロボットを開発した。

６．次世代産業用ロボット NEXTAGE

研究用ヒューマノイドロボットの開発と並行して，人手不足のモノづくり現場に貢献できるヒューマノイドロボットの商品開発を開始した。顧客ニーズに合わせて変品種変量生産が求められる中，人に依存したセル生産の組立工程などの自働化に適用すべく，ものづくり企業のニーズを現場で汲み取りながら試行錯誤の末，開発されたのが，「上体ヒューマノイド」SP-01 [Vol.29]（**写真９(a)**），SP-02 [Vol.29]（**写真９(b)**）である。人と一緒に働くヒト型ロボットというこの画期的なコンセプトは，研究用プラットフォーム HIRO，次世代産業用ロボット NEXTAGE [Vol.30] として商品化された。



(a) SP-01



(b) SP-02

写真９ 双腕ロボットの研究開発（2004-2008）

NEXTAGE は，2009 年の国際ロボット展を焦点にイメージ戦略・マーケティング戦略が企画され，開会式のテープカット，３体のヒト型ロボットの連携作業による組立デモなどを含む総合的なアピールを実施し，ロボット業界に大きなインパクトを与えることに成功した。

NEXTAGE の特長は，頭部ステレオビジョンによる作業環境の「簡便設置」を可能にしたオールインワンシステムと，80W 以下のアクチュエータで間接軸を構成し本質安全を志向した設計にある。「ヒトと共存できる作業ロボット」というコンセプトのもとに，製造現場の安全性確保と生産性向上の両立を図ったそのコンセプトが評価され，2010 年日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門技術業績賞を受賞した。

2012 年には，初期導入企業であるグローリー㈱埼玉工場で構築したフレキシブルな自動組み立てラインが第５回ロボット大賞次世代産業特別賞を受賞した。2012 年受賞当時のこのラインでは，７体の NEXTAGE が連携して通貨処理機のサブアセンブリを行う工程を実現。それぞれのロボットが 10 数個の部品の組み立てを行い，両面テープをはがしたり，ゴムやバネなどの柔軟で取り扱いの難しい部品をハンドリングしたりする作業工程を実現し，産学官から多くの注目を集めた（**写真 10**）。

写真 10　グローリー株式会社埼玉工場で働く NEXTAGE（2012）

初期顧客の作業工程を構築するなかで，人に作業手順を教えるときの様式をヒントにして，NEXTAGE に簡単に動作教示ができるソフトウェア「NxProduction [Vol.34]」が開発され，NEXTAGE の教示・生産が飛躍的に容易になった。このシステムを用いれば画像処理システムと双腕から成る複雑なシステムに対して専門的なプログラミング技術を使わずにグラフィカルインターフェースで作業手順を構築できる。従来は専門のシステムインテグレータが習得する必要があったロボットティーチングが，エンドユーザの現場オペレータでも数日の講習会を受ければ実施可能となる画期的なソフトウェアである。

NEXTAGE は汎用性を拡大し，初期の家電や自動車部品の組み立て，検査から，化粧品・日用品など，従来ロボットをあまり使ってこなかった業界に拡がっていった。2017 年には，資生堂，花王という三品産業のリーディングカンパニーが相次いで導入を公表し，市場にインパクトを与えた。

作業性の高い NEXTAGE は研究プラットフォームとしての要望も多く，ロボティクス研究でデファクトスタンダードとなっているオープンソースのミドルウェア環

境 ROS に対応した「NEXTAGE OPEN」は，AI との連携などの先端研究に，多くの国内外の研究機関で活用されている。

NEXTAGE のコンセプト発表から 10 年以上経過し，ロボット業界でも人と共存する環境で働く「協働ロボット」というカテゴリは広まったが，人と一緒に働くヒト型ロボットという商品コンセプトはいまだに独自性を保っている。

2018 年には，ペイロードとスピードが向上した新型 NEXTAGE（NXA シリーズ）をリリース。その翌年 2019 年には，機能安全の国際規格の第三者認証を取得した。

NEXTAGE は，人と比べて手が届く範囲が狭いことが課題のひとつであったが，コンパクトな移動機構と一体化したモバイルマニピュレータ「NEXTAGE Mobile」により，数歩圏内に作業に対応可能になった。

2019 国際ロボット展では，コンパクトな移動機能（モバイル）活用，函折機などの周辺装置の工夫，コンベア対応など機能拡張などを実演するなど，NEXTAGE は進化を続けている（**写真 11**）。

写真 11　2019 国際ロボット展
3 体の NEXTAGE の連携による箱詰工程デモ（2019）

人手不足による省人化ニーズはまだ多くの課題を残しており，NEXTAGE のようなヒト型ロボットの拡大が期待されている。もっと簡単に，もっと多くの作業に適用したいという市場の期待に応えるために，先端の研究開発を取り入れながら製品開発を続けている。

7．おわりに

川田グループでは遠隔操作などの技術要素と組み合わせて NEXTAGE の新たな活用先を開拓している。㈱オリィ研究所と KTI 技術研究所との「Tele-Barista」プロジェクトでは，オリィ研究所の分身ロボット「OriHime」とを組み合わせることで，難病や障害で外出困難な「パイロット」が遠隔地からバリスタとして社会参加可能にすることを目指しており，外出困難者の新たな働き方を

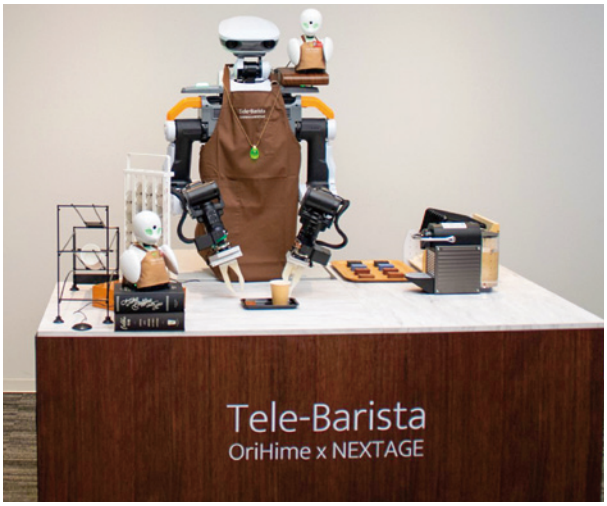


写真 12　Tele-Barista（2020）

実現するための取り組みとして注目されている（**写真 12**）。

さらに，NEXTAGE に取り入れられたロボティクス技術を IoT，AI，VR などの新技術と組み合わせることによりグループ内にあるさまざまな作業の効率化に活用する取り組みも進められている。**写真 13(a)** は KTI 技術研究所が川田工業四国工場と開発中の次世代 3D 溶接マスク [Vol.39] である。High Dynamic Range 合成技術を用いて溶接状況を可視化することで，溶接の訓練や技術の伝承に役立てることを目的としている。**写真 13(b)** は KTI 技術研究所が川田工業と開発・実証試験を行った NEXTAGE を利用した橋梁建設現場用のアバター検査システムである。遠隔地にいるオペレータが現場にいる職員の代わりに作業を行い現地職員の作業負担を削減することをコンセプトとして開発が行われた。

(a) 次世代 3D 溶接マスク

(b) アバター検査システム

写真 13　ロボティクス技術のグループ内への応用

ロボティクス技術が貢献できる分野は，ものづくり現場だけに留まらない。この技術は，サービス，介護・医療，農業，インフラ・建設業など，人手不足という社会課題を持つ全ての業種に対して解決の手段を与える可能性を持っている。

今後はロボットの製品開発事業を進める中で蓄積したロボティクス技術を，川田グループ内外の課題解決に活用し，未来社会へ貢献していく。

航空事業

後藤 一浩
東邦航空㈱　常務取締役

山本 宜秀
新中央航空㈱　取締役総務部長

1．はじめに

川田グループの航空事業では，回転翼事業と固定翼事業を営んでいる。

そのうち回転翼事業を営む東邦航空は，1958 年に三ツ矢タクシーに航空部が設置されたことにはじまる。1960 年には当時の運輸大臣より不定期路線の認可を得て，セスナ機によるエアタクシー（調布空港－館山，調布空港－宇都宮）を運航していた。1961 年には当時の主流であったレシプロヘリ（ピストンエンジン）に代わり，国内では初のタービンヘリである仏国製アルウエットⅡ型ヘリコプタ（**写真１**）２機を輸入して報道取材業務を開始した。現在の主流である日本のタービンヘリコプタ時代の幕開けを担い，報道取材機としてテレビ局各社は競って使用し始めた。

その後 1967 年に社名を現在の東邦航空へと変更し，1987 年には川田グループへ参入した。

写真１　アルウエットⅡ型ヘリコプタ（1961）

また，固定翼事業を営む新中央航空は 1978 年 12 月に前身である中央航空から営業・営業財産を譲受継承し設立された。その後 1979 年２月より乗客９人の双発レシプロ機アイランダー３機を使用しての調布～新島，新島～大島間の不定期航空運送事業（二地点間旅客輸送）により事業を開始した。その後，島への移動手段として重要な役割を担うことが世間一般で知られるようにもなり，1994 年６月に川田グループに参入し，以降順調に事業を継続発展させ，2000 年２月，改正航空法施行により国内定期航空運送事業（定期路線）の事業許可を取得した。

2．回転翼事業

東邦航空は，国内唯一のヘリコプタ定期運航路線である『東京愛らんどシャトル』をはじめ，各県の消防防災機やドクターヘリの運航をしている。特殊な用途で運航するための修理改造作業行い，テレビ局や新聞社の空撮映像，物資輸送などを実施しており，空から地上の安全や利便性の向上に貢献している。その事業の一部を紹介する。

（1） 物資輸送

1972 年，国内電力需要の高まりにともない送電線工事が各地で行われることとなり，山岳地帯への物資輸送に対応するため仏国製アルウエットⅢ型ヘリコプタ（**写真２**）を輸入した。当該機は高高度下での性能にも優れており，当社は山岳における物資輸送を担うこととなった。また，当該機の性能を活かし日本アルプスなどの標高３ 000m クラスの山々でヘリコプタによる山岳救助の先駆けを担った。現在の山岳における救助活動は県警および消防防災ヘリが活躍しているが，欧米にならい日本における山岳救助に最初にヘリコプタを用いたのも当社である。現在では仏国製エアバス・ヘリコプターズ式 AS350B3 型ヘリコプタを中心に山岳における物資輸送を継続しており，山道整備のための資材輸送，山小屋への食糧輸送，建設資機材輸送を行っている。また枯損木や伐採木の搬出作業も実施し，山の安全に貢献している。

写真２　アルウエットⅢ型ヘリコプタ（1972）

（2） 定期運航路線（東京愛らんどシャトル）

1993 年，ヘリコプタ業界としては国内初の定期運航路線である『東京愛らんどシャトル』の運航を開始した。2007 年には累計搭乗者数 20 万人，2012 年には累計搭乗者数 30 万人，2020 年には総飛行時間 30 000 時間，累計搭乗者数 46 万人以上を達成し伊豆諸島の島民にはなくてはならない生活路線として定着した。現在は米国製シコルスキー式 S76 型ヘリコプタ 2 機体制で運航しているが，機体の老朽化に伴い 2022 年には内 1 機を伊国製レオナルド式 AW139 型ヘリコプター（**写真３**）に更新し，今後も島民の生活路線の一部として運航していく。

写真３　AW139 型ヘリコプタ（2021）

（3） 報道取材

当社における報道業務の歴史は 1960 年の開始以来，2020 年で 60 年にも及び，現在もテレビ朝日やフジテレビのキー局を含めて全国で８社のテレビ局と契約している。事件，事故などが発生した場合，いち早く現場に向かい空から多くの情報を人々に提供している。

（4） 消防防災機，東北地方整備局防災機

1995 年，富山県消防防災ヘリコプタの運航受託に始まり，現在では富山県，岩手県，奈良県，高知県の消防防災ヘリコプタ 4 機を受託運航し山岳での救難，山林火災の消火活動，自然災害時における調査および救助活動など，幅広く運航している。

2006 年には国土交通省東北地方整備局防災ヘリコプタ「みちのく号」（**写真４**）の運航維持管理業務を受託した。2011 年の東日本大震災では大津波警報が発せられるなか，仙台空港をいち早く離陸し被害の情報を収集した。

写真４　東北地方整備局「みちのく号」（2006）

（5） ドクターヘリ

2012 年，山形県ドクターヘリの運航を開始し，2021 年には富山県ドクターヘリ（**写真５**）の運航を開始した。各市町村からの要請に応じ緊急を要する現場に急行し，両県民の人命救助活動に貢献している。今後もドクターヘリの受託活動を続け基幹事業の一つにしていく。

写真５　富山県ドクターヘリ（2021）

（6） 地質調査，レーザ測量

大日本コンサルタント㈱の依頼によりヘリコプタに空中電磁探査装置 Vol.14 を装備して道路，トンネル，ダムなどの建設前に行われる地質調査飛行（**写真６**）を実施し，人々が利用する建造物が安全に竣工されることに貢献している。また，ヘリコプタを用いたレーザ測量飛行も実施し，河川および海岸線における水中の地形や災害後の地形変動などを調査している。そのデータは治水，砂防などの防災工事に活用されている。

写真６　地質調査飛行（2015）

（7） パイロットロープ渡海工法

1993 年，明石海峡大橋の海峡部に立つ 2 本の主塔に，長大スパンとしては世界初の工法であるヘリコプタによるパイロットロープ渡海工法 Vol.14,37（**写真７**）による延

線飛行が実施された。当日は，使用した機体の製造元であるアエロスパシアル社の技術者も来日し，作業の成功は全世界に紹介された。その後，1996 年には来島海峡大橋，2006 年には九重“夢”大吊橋のパイロットロープの延線も当社のヘリコプタにより実施された。

写真７　明石海峡大橋 渡海延線飛行（1993）

（8）ヘリコプタ整備事業

2021 年，高知県消防防災ヘリコプタの２号機『おとめ号』（**写真８**）の新規組立作業および修理改造作業が完了し高知県に引き渡した。当機の運航および整備も当社が受託することとなり，2022 年には１号機である『りょうま号』の新規組立および修理改造作業の受託も決定している。その他，同型式機の整備作業では 2017 年から札幌市消防局ヘリコプタも受託している。３機とも前項で紹介した『東京愛らんどシャトル』と同じ伊国製レオナルド式 AW139 型ヘリコプタであり，国内においてこの機種を事業機として運航するのは当社だけである。また，数年以内のメーカのカスタマーサポートセンターの取得を目指し，今後も官庁機の整備受託を進めていく。

写真８　高知県消防防災ヘリコプタ（2021）

３．固定翼事業

現在，新中央航空では東京都の調布飛行場と伊豆諸島の大島・新島・神津島・三宅島のそれぞれの空港を結ぶ伊豆諸島４路線を毎日運航し，島民の方々の生活を支え，欠かすことのできない重要な役割を果たしている。ここではその定期運航を中心に当社の歴史について紹介する。

（1）　定期路線事業

a）定期路線事業の変遷

図１に定期路線機，路線開設および飛行方式の変遷を整理した。アイランダー３機を使用しての調布～新島，新島～大島間の不定期航空運送事業にはじまった当社の事業は 1980 年には日本近距離航空から新潟～佐渡間の路線を継承した。その後，アイランダーを２機増機し，1984 年 12 月には新たに調布～大島路線を開設した。1987 年７月より乗客 16 人の双発ターボプロップ機ノーマッド（**写真９**）を２機導入（1994 年８月に退役）し，輸送能力の向上に努め，1992 年７月神津島空港開港に合わせて調布～神津島路線を開設した。2000 年２月に国内定期航空運送事業（定期路線）の事業許可を取得し，2000 年４月より乗客 19 人の双発ターボプロップ機ドルニエを導入，利用者の安全性・快適性を向上させ，信頼性をより高め，2014 年４月には調布～三宅島路線を開設するなど，伊豆諸島離島航空網の拡充を推進してきた。

写真９　ノーマッド機（1979）

当社で使用していたアイランダーは，路線就航前より島民からの要請を受け，貸切飛行（チャーター）の運航で使用していた。39 年間島民の方々に愛されてきたアイランダーは，2011 年３月に退役となり（**写真 10,11**），現在はドルニエを５機使用し，毎日運航している。

写真 10　退役したアイランダー（2011）

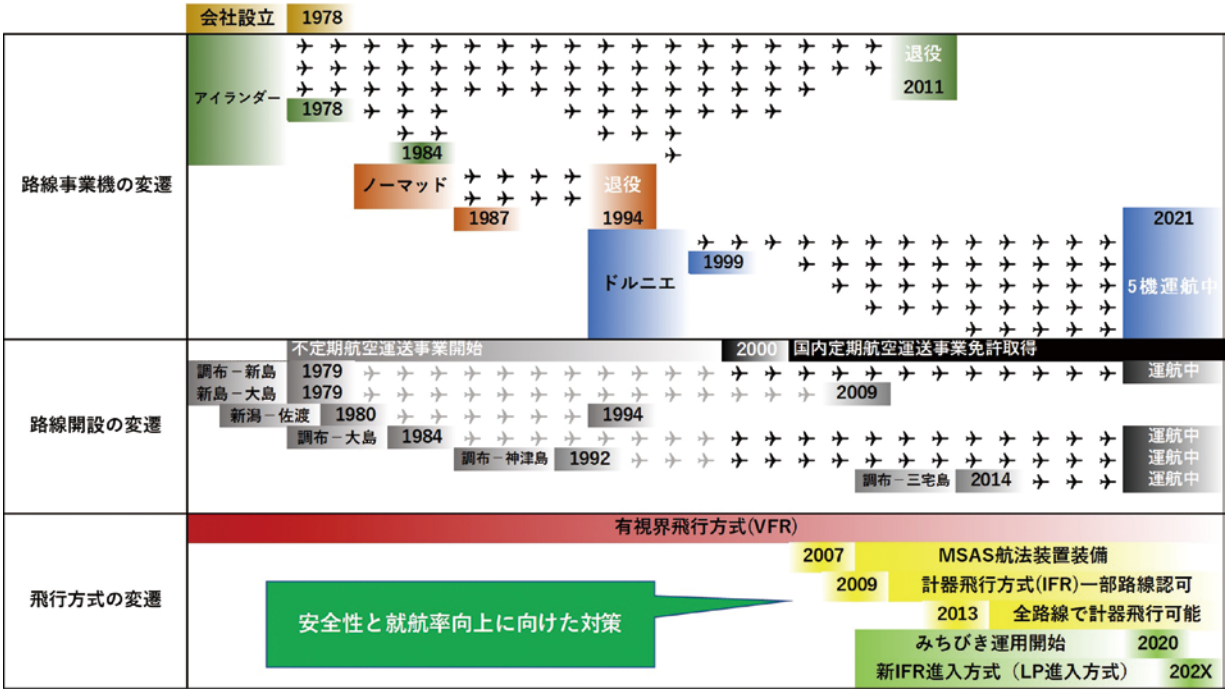


図１　定期路線事業の変遷

写真 11　アイランダー最終便セレモニ（2011）

b）安全運航と就航率向上に向けて

従来機と比べ，ドルニエ（**写真 12**）は乗員２名での運航，平均速度も約 180 ノットになり，安全性，性能，居住性，輸送能力において著しく向上した。しかし，有視界飛行方式（VFR）による運航が主体となっているため，天候の悪化により多くの欠航便が発生し，お客様にご迷惑をおかけすることが多かった。2009 年より国の検査を受け，MSAS[※1] 航法装置（**図２**）を装備し，計器飛行方式（IFR）での運航を一部の路線にて開始し，2013 年には全路線で IFR での運航が可能となり，就航率の向上につながった。

来年度以降，当社路線のすべての空港において，2020 年４月から新たに運用を開始した準天頂衛星「みちびき」から提供される精度の高い航法補強情報信号の利用を前提とした新たな IFR 進入方式（LP 進入方式（ローカライザーと同等の航法精度要件を有した広域航法進入方式））が試験運用として設定される予定で進められているため，当社にとって安全性が向上するだけでなく，さらなる就航率の改善につながることも期待できる。

写真 12　ドルニエ機（１号機）（2000）

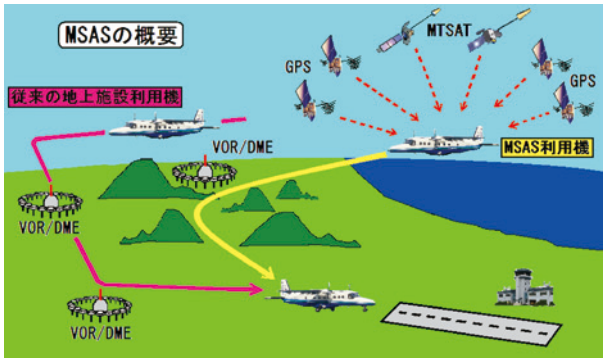


図２　MSAS の概要（2009）

※１ MSAS（MTSAT Satellite Based Augmentation System）は GPS から測位情報を受信して航行しようとする航空機に対し，GPS の精度や信頼性を向上させるための補強情報 MTSAT を中継して提供するシステム。

c）島の生活に不可欠な運航会社としての使命（島特有の自然と闘いながらの定期運航）

伊豆諸島と本州を結ぶ公共交通手段は飛行機と船である。それぞれが島民の生活を支える重要な使命を持ち，お客様の目的，運航の制限などによって使い分けられている。特に冬場の西高東低の気圧配置の時は季節風の影響により海が荒れ，波の影響を受けることから船の運航は厳しくなる。飛行機においても同じく強い風の影響を受けるが，離着陸時には風向や風速の限界事項はあるものの運航は可能となる。最新の気象や飛行機の性能などを総合的に勘案し，最終判断を行い島民の大切な交通インフラとしての使命を果たしている。このように日々異なる島特有の自然環境と気象の変化と闘いながら安全運航に努めている。

写真 13　三宅島空港に着陸するドルニエ機（2014）

d）島嶼空港に適した STOL 機での運航

短距離離発着機（Short Take-Off and Landing aircraft）のことを STOL 機と言う。ドルニエは STOL 機で当社の就航地である大島，新島，神津島，三宅島においては特殊な地形や山を切り開いて空港が設置されている。離着陸の際，滑走路に正面から吹く風に対しては問題ないが，クロス成分の風が吹く場合に地形による風の乱れは空港によりそれぞれ特徴があり，独特なものがある。長年培ってきた運航の知識を基に安全性はもちろんのこと，お客様の快適性も考慮し，揺れる時間を短く，かつ機体のパワーに余裕を持たせるために最適化した通常より高いパスで短い滑走路に対応した進入を島毎に行っている。ドルニエは翼の前にプロペラがあるため，その推力を効率的に翼に伝えることができる。また，フラップ（高揚力装置）操作を行うとそれに伴いエルロン（補助翼）も下がり，翼全体の面積が増えて，低速でも大きな揚力を確保できることから，短い滑走路においての離発着に適しており，島しょ空港の運航で能力を十分に発揮している。

e）定期路線事業での COVID-19 対策について（安全かつ安心してご利用いただくために）

2020 年に入り，全世界で感染拡大した COVID － 19 の影響を受け，航空業界全体は大きな打撃を受けている。しかしながら島民の皆様の生活を支える当社は感染拡大防止対策を十分にとりながら運航を継続せねばならない。当社では「航空分野における新型コロナウイルス感染拡大防止ガイドライン」に基づいた対策を確実に実施してきている。これらの対策に加え自主的な感染予防対策として 2020 年 12 月に国と東京都のコロナ感染対策のための補助金制度を活用し，業界では初となるオゾンガス発生装置（**写真 14**）を導入し，機内のウイルス除去作業を開始した。本装置は都道府県の各消防本部や警察にも多く採用され，主に救急車両の除菌消毒清掃に使用されている。紫外線殺菌灯も導入し，ピンポイント箇所の殺菌清掃に使用し効果を上げ，これらの機器を併用して適切に使用し，機内衛生管理の強化の向上にも努めている。

また，各空港の出発口においては当社の社員がご搭乗のお客様一人ひとりに直接手指アルコール消毒を実施し，機内へご案内している。当社では引き続きお客様に安全かつ安心してご利用いただけるよう，ガイドラインの基本的な感染防止対策の確実な実施と新たな機器を取り入れた当社独自の自主的な感染予防対策などの取り組みを引き続き実践していく。

写真 14　オゾンガス発生機（左）紫外線殺菌灯（右）（2020）

（2） その他の事業

a）その他の事業の変遷

本社所在地のある茨城県龍ケ崎市の竜ヶ崎飛行場（**写真 15**）は，1969 年 11 月 11 日に飛行場として供用開始された。以来当飛行場においては自社所有のセスナ機による遊覧飛行，訓練，写真撮影，放送宣伝などの使用事業を中心に 50 年以上もの歴史を刻んでいる。古くから飛行機を愛する方々に支えられ，今も多くのお客様にご利用いただいている。どなたでも気軽に立ち寄ることができるので，晴れた日にカメラ片手に来場されるお客様も少なくない。セスナ機の運航に際しても，定期路線運航と同様に新型コロナウイルス感染予防対策を確実に実施している。新たな搭載品として ELT（航空機用救命無線機），非常時用の携帯電話，ポータブル GPS に加え，最近では Foster-copilot（２分間隔で飛行機の位置，速度，高度等を会社でモニターできる）を導入，確実な動態監視を行い安全対策にも力を入れている。

写真 15　竜ヶ崎飛行場（1981）

b）遊覧飛行

竜ヶ崎飛行場の名物には，セスナ機（**写真 16**）を使用した遊覧飛行がある。都心，横浜エリアなどの 17 のコースを設定し，お子様連れのご家族，年配のご夫婦などを中心にご利用いただいている。空を飛んでみないとわからないこの楽しさを知っていただくために近隣の提携先にもチラシを配布するなど，地道な宣伝効果により，徐々にリピーターも増え，天気の良い日には多くのお客様に大型機の定期便では味わえない「空の散歩」を提供している。2021 年のお正月には初詣フライトと銘打ち，コロナ禍でも成田山新勝寺を空から参拝できる約 20 分の特別な遊覧コースを設定，大変好評であった。

写真 16　セスナ機 172P 型（2000）

c）訓練事業

竜ヶ崎飛行場における訓練事業では，自家用から将来プロのパイロットを目指すための事業用計器飛行証明取得までのコースを設定し，多くの実績を残している。当社教官の指導を受け，国内に留まらず，世界中を飛び回る卒業生を数多く送り出している。

d）写真撮影事業

写真撮影にも長い歴史があり，昨今はドローンの普及によりニーズは減少しているものの，常連のお客様を中心に多様なご要望に応じたフライトで，ドローン撮映では困難なアングルの写真を提供している。

e）放送宣伝事業

昭和によく見られた空からのマイクによる放送宣伝も引き続きご利用いただいている。各自治体の選挙広連や事業会社などの宣伝の一助を担っている。

f）付帯事業

竜ヶ崎飛行場（**写真 17**）は個人で機体を所有するオーナ機の駐機場としても利用されている。開場当初より広い敷地を利用しての映画，テレビ，ビデオ，CM，雑誌の撮影などでも頻繁に利用されている。古くは昭和 50 年代に一世を風靡した刑事ドラマのエンディングに流れるキャストが整列し歩いているシーン，最近では人気の医療ドラマシリーズのエンディングに流れていたキャストが走るシーン，大河ドラマのワンシーン，大手自動車メーカの新車 CM での走行シーンなど多岐にわたり，一度は誰しもが見たことのある映像にもよく使用されている。周囲に大きな障害物もないことから，いわゆる「絵になる」作品の制作に大きく貢献している。撮影のリピーターも多く，今後も，よい作品作りに協力できるように飛行場管理を充実させていく。

写真 17　竜ヶ崎飛行場（2021）

4．おわりに

東邦航空では，近年，ドローンの飛躍的な進歩によりヘリコプタの特性を活かした航空撮影の分野に介入されつつある。物資輸送においてもドローンによる搬送が具現化しつつあり，近い将来には航空撮影と同様に一部の作業をドローンが担うことになるであろうと予想される。東邦航空としても次世代モビリティとしてドローン事業も視野に入れつつ，数年前より取り組んでいるヘリコプタ整備事業の拡充を進めていく。

新中央航空では，島民の皆様の生活を支える離島定期路線事業を中心に安全運航を心がけ，より多くのお客様に喜ばれる航空会社を目指していく。その他の事業においては既存の事業の充実を図ると同時に竜ヶ崎飛行場の特性を活かした新規事業にも積極的に取り組んでいきたい。また，NCA VISION2030 に掲げた 6 つのアクションプランの調査・研究を続けながらその実行に向けてまい進していく。

ＩＴ事業

藤江 和久
川田テクノシステム㈱
エンジニアリング事業部　技師長

増田 和裕
川田テクノシステム㈱
エンジニアリング事業部　担当課長

井上 雄平
川田テクノシステム㈱
エンタープライズソリューション事業部　係長

１．はじめに

1960 年，川田忠樹（現川田テクノロジーズ相談役）がヨーロッパを歴訪したときに初めてコンピュータに出会い，これからはコンピュータの時代が到来すると確信し，自ら当時の日本電子工業振興協会でのコンピュータの講習会に通ったことが，川田グループのコンピュータとの係わりの第一歩だった。1965 年，川田工業で企画室から研究室が分離設立され，当時の国鉄の鉄道技術研究所でコンピュータの導入と構造解析プログラムの実用化に取り組んでいた主任研究員の大地羊三工学博士を室長として迎え，本格的なソフトウェアの開発が始まった。1970 年には電算・設計計算部門を独立，システムエンジニアリング（現 川田テクノシステム：以下，KTS とする）を設立した。

ここでは，川田グループの IT を語る上で重要な役割を果たしてきた，KTS の歴史を中心に話を進める。

２．設計の道具としてのプログラム開発

1968 年にコンピュータを導入したと同時に，まず合成桁の断面算定プログラムの開発に着手し，以来現在の橋梁設計手法に対応した設計支援システムの開発まで，延々とそのノウハウが受け継がれている。

（1）構造解析プログラム

橋梁構造物を主体として構造解析プログラムが開発された。構造解析プログラムの代表例を以下に示す。

・平面構造解析（HEIMEN）
・格子構造影響線解析（GRID）
・立体構造影響線解析（SPACE-GRID）

（2）計算支援システム

一般橋梁から長大橋，鋼構造からコンクリート構造，あるいは建築分野へと構造物の特殊性に合わせて，構造解析プログラムの機能を拡大し，それぞれ専門化が行われている。これらの一例を以下に示す。

・PC 橋梁（FCC 工法）の設計計算支援システム
・合成構造のクリープ，乾燥収縮解析システム
・鋼桁送り出し架設時の断面力算出システム

（3）設計支援システム

吊橋や斜張橋などの長大橋の場合，耐震設計・架設検討を考慮した設計が要望され，設計時の負担が増大している。本四架橋での経験を基に構造解析プログラムをメインとした設計支援システムを構築して多大な成果を収めている。設計支援システムの代表例を以下（**表１**，**写真１**）に示す。

・吊橋・斜張橋設計支援システム（KASUS）
・立体構造設計支援システム（LADAN）

表１　吊橋，斜張橋設計支援システムの実施例

区分	橋名	形式
吊橋	下津井瀬戸大橋	鉄道道路併用橋 230+940+230m
	北備讃瀬戸大橋	鉄道道路併用橋 274+990+274m
	因島大橋	道路単独橋 250+770+250m
	南備讃瀬戸大橋	鉄道道路併用橋 274+1100+274m
	明石海峡大橋	道路単独橋 960+1990+960m
斜張橋	東神戸大橋	ダブルデッキ道路橋 200+485+200m
	櫃石島橋	鉄道道路併用橋 185+420+185m

写真１　櫃石島橋計測システム（1988）

３．利用環境の変化に応じたシステム開発

（1）パソコンによる計算ソフト開発

1976 年に初めてパソコンを導入した当時は，比較的小規模な設計プログラムを作成していたが，16 ビットパソコンである UNIVAC UP10E（**写真２**）へ移植したことにより，日本語表示ができなかった課題が解消され，設計計算書としてそのまま活用できるようになっ

た。そして1983年，開発した一連の設計プログラムを「SUCCES」シリーズとして業界に先駆けて商品化，販売を開始した。

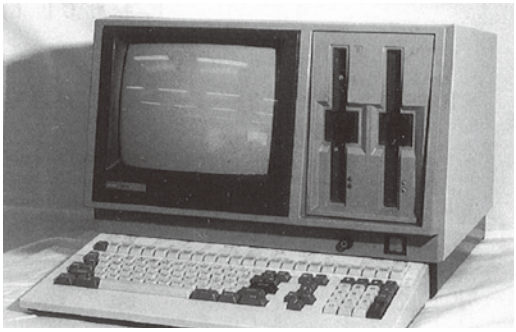


写真２　UP10E/50（1983）

（2）EWSによるCADシステム開発

汎用コンピュータで稼働していた下部工自動製図システムをNEC製EWS4800（**写真３**）に移植，CAD機能やプロッタ出力などの共通プログラムを開発し，1988年に「土木設計図化システムADVANS」をリリースした。1992年には鈑桁自動設計製図や箱桁自動設計製図（**図１**）も移植され，汎用コンピュータで稼働していたほとんどのシステムの移植が完了した。また，川田工業栃木工場で開発・運用していた「鉄骨CADシステムPROSSESS」の外販を1987年から開始した。

写真３　EWS4800（1988）

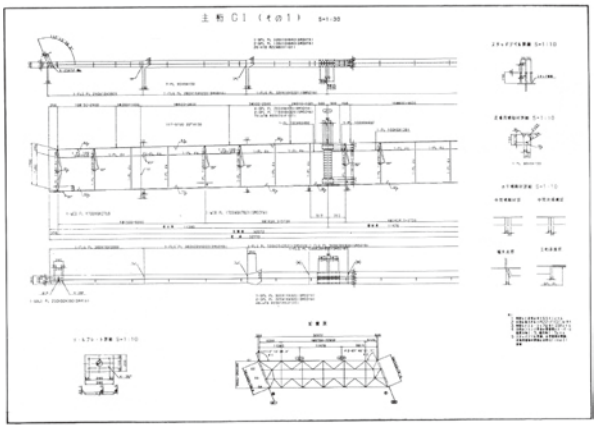


図１　自動設計製図システムによる主桁図（1992）

（3）ネットワークの普及

汎用コンピュータの時代には，国内でも専用回線による社内LANが利用され，パソコンの初期は，記録媒体での受け渡しから，事務所内LAN，さらに，会社内LANと発展し，今では世界につながるインターネットが当たり前の時代になった。

４．利用範囲の拡大に応じたシステム開発

（1）システム作りの転換

公共事業費が1996年をピークに年々減少していくことに対し，より広範囲な分野への挑戦が求められた。そこで，それまでの建設に関する技術計算や構造解析を中心としたシステム作りから，多様な利用者が使用できる建設事業全般を視野に入れたシステム作りに移行することになった。この転換期より，建設コンサルタント向け基幹システム，CALS関連システム，情報共有システム，BIM/CIMへの取り組みの４つのシステム構築が新たな柱として加わることになった（**図２**）。

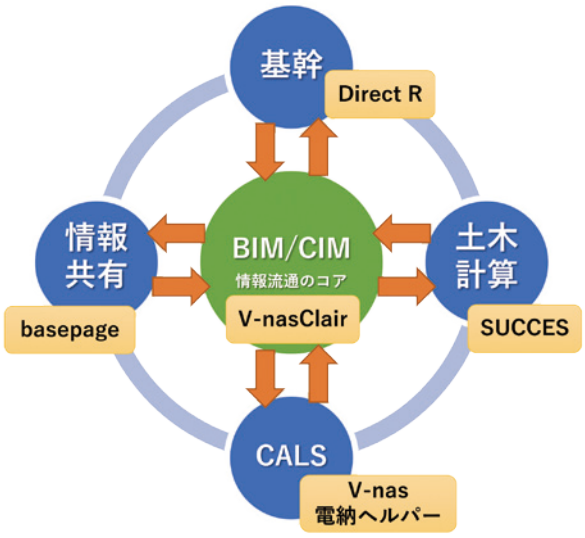


図２　システム構築の５つの柱

（2）基幹システム開発への取り組み

1994年に「建設コンサルタント向け経営情報システムCONDUCT-R」の開発に着手，予算原価管理システム，営業情報システム，財務会計システムをリリースし，1997年には業界初のERP（Enterprise Resource Planning）として，本格的に販売を開始した。そして2018年，営業管理，日報管理，原価管理を統合した「建設コンサルタント向けERPパッケージDirect R」をリリースした。

（3）CALS/ECへの取り組み

Windowsの普及に伴い，それまでUNIX上で動作していたSE-CADに替わって，Windows上で動作する「建設系汎用CAD V-nas」が1995年にリリースされた。V-nasのリリースを皮切りに，橋梁，道路，水工，砂防の各設計分野向けの専用CADシステムを順次開発した。

国土交通省の建設 CALS/EC アクションプランにおいて設計図面の納品も電子化が義務付けられ，CAD 共通フォーマット SXF ファイル仕様が策定された。V-nas においても，2001 年に SXF ファイルに対応するとともに，建設業界への CAD 普及を広く支援してきた。

また，「建設 CALS 整備基本構想」に記された電子成果品作成を支援するシステムである「電納ヘルパー」を 2000 年にリリースした。2003 年には，発注者向けのシステムとして，電子成果品を管理する「電子納品保管管理システム」を開発した。

（4）情報共有システムへの取り組み

2005 年に，初の WEB システムである「情報共有システム basepage」のサービスを開始した。これまでのパソコンにソフトウェアをインストールする方式とは異なり，WEB ブラウザを使用するシステムであり，パッケージ販売から WEB サービス事業へと，販売形態を変えることになった。2008 年には basepage に GIS エンジン機能を追加し，「災害情報管理システム」（**図３**）「資材管理システム」「点検情報共有システム」などのサービスを提供している。

図３　災害情報管理システム（2008）

（5）BIM/CIM への取り組み

ICT の普及に伴い，建設業界のニーズも２次元から３次元へとシフトしてきた。BIM/CIM は３次元データモデルを導入することにより，建設業界全体の生産性向上を図る取り組みである。３次元 CAD の必要性が高まるなか，２次元 CAD である V-nas で培ったノウハウを活かして，2011 年に「建設系３次元 CAD V-nasClair」（**図４**）をリリースした。３次元データモデルを作成することで，設計段階において部材の干渉や，曲面で構成される部材の形状把握を可能としている。他にも，分かりやすい住民説明資料作成など一連の建設事業における多様な利用シーンが創出されている。アドイン製品である Kit シリーズを 2013 年から順次リリースし，さまざまな分野において３次元モデル作成の効率化を目指している。

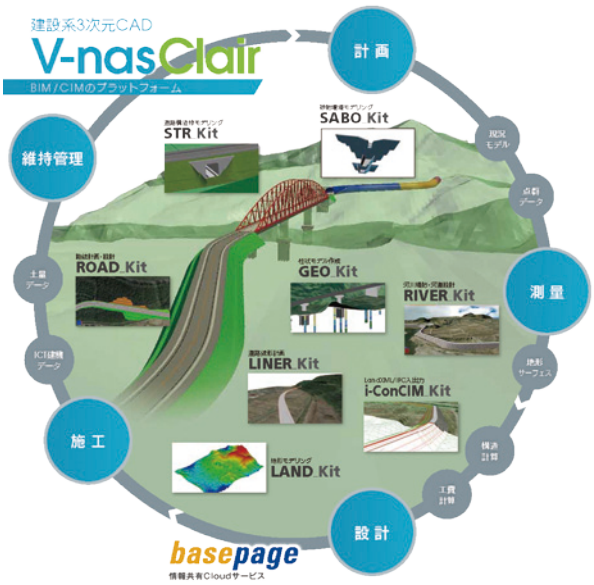


図４　V-nasClair を利用した BIM/CIM イメージ（2011）

５．おわりに

AI を用いた文字起こしによる議事録作成，情報共有システムにアップロードしている３次元モデルや点群データを VR で確認できるサービス，360 度カメラで撮影した動画や静止画を情報共有システムで計測，情報の付与，朱書きする技術開発（**図５**　miRU360）など，先進的な技術に取り組み，「未来」の会社となるべく独創的なサービス創出を推進している。

図５　先進的サービス例 miRU360（2021）