

40 年間、橋梁振動研究、事のはじめは？

梶川康男
Yasuo Kajikawa

工博，金沢大学教授，理工研究域・環境デザイン学系（〒920-1192 金沢市角間町）

1. まず、橋梁振動問題に至るまで

筆者は、1969 年に橋梁製作会社である「高田機工株」に入社して、その夏から東京支店に配属され、首都高速道路（当時は 3 号渋谷線が設計中）の鋼製橋脚と上部工の鋼桁の設計に明け暮れた。高架橋の設計と言っても、設計断面力は、当時、民間の電算センターなどの公団認定ソフトである格子桁計算プログラムでの外注依頼であり、「データ紙カード」を持参しての計算入力、計算後の紙出力（LP 用紙）を持ち帰って、必要な断面力をピックアップして、断面計算をした後、同じような図面を何枚も描くのが、当時の新入社員の設計作業であった。橋脚の設計は、格子計算の反力を入力することから始め、やはり、同じような図面を何枚も描くことになる。一方、担当地域の関東東北各県の橋梁については、出張もあり、設計計算もまだ手計算などが多く、楽しいものであった。

まさに、高度成長期、インフレの頃、民間会社の給料は年 10～20%程度あがったが、物価はそれよりも大きく上昇していく時代に、田舎者が大都会の東京あたりにおれば、どうなるかは目に見えていた。「昭和ブルース」の「生まれた時が悪いのか。それとも、俺が悪いのか。・・・」などと多少、ウツ気味で、いろいろ考えた末、退職を決意した。

金沢大学に戻る経緯は省くが、卒業研究時の指導教官の小堀為雄先生が、学生定員増（橋梁工学の講座増）で、1971 年 4 月教授になり、運よく、その助手（実質は 2, 3 年の期限付き）に 1971 年 6 月になった。その年は、仙台で土木学会全国大会があったが、発表を申し込むチャンスも内容もなかったのも、その秋、仙台に行かずに、一人さみしく留守番役となった。それ以降、40 年間、2011 年 9 月の松山での発表で 40 回連続、表-2 にあるように、毎年自ら全国大会には発表した。

表-1 橋梁振動関連事項と出版物

年	橋梁振動関連行事・委員会（筆者の履歴）	関連する出版物（特記なきは土木学会発行）
1969	（金沢大学卒業・高田機工入社）	
1971	（高田機工退職・金沢大学へ）	
1972	（土木学会全国大会初発表（福岡・以後40回分表-2））	
1974	（金沢大学退職・福井工業大学へ）	
1976	（田中賞受賞）	書籍①「構造物の安全性・信頼性」
1979	（福井工業大学退職・金沢大学へ）	
1980	工学博士（京都大学）	
1981	最適設計研究会（中津川）、橋梁振動情報交換会（広島）	
1982	第1回橋梁振動研究会（名古屋）	
1985		書籍②「土木技術者のための振動便覧」
1986	（金沢大学工学部教授）、金沢大学大学院博士課程設置	
1987	橋梁振動コロキウム（金沢）	書籍③橋梁振動に関するコロキウム講演概要・資料集（橋梁振動研究会）
1988		
1989	橋梁振動コロキウム（金沢）	書籍④第2回橋梁振動に関するコロキウム論文報告集（橋梁振動研究会）
1992	構造工学委員会・橋梁交通振動研究小委員会（4年間）	
1993	書籍⑤の発刊講習会（東京）	書籍⑤橋梁振動の計測と解析（技報堂出版）
1994		書籍⑥交通荷重による橋梁振動に関する研究の現状と課題
1995	橋梁交通振動コロキウム（金沢）	書籍⑦橋梁交通振動コロキウム論文集
1996	橋梁振動モニタリング研究小委員会（4年間）	
1997	橋梁振動コロキウム（金沢）	書籍⑧橋梁振動コロキウム'97論文集
1998	（金沢大学大学院博士課程自然科学科教授・専任）	
2000	橋梁振動モニタリングとその標準化研究小委員会（4年間）	書籍⑨橋梁振動モニタリングのガイドライン（構造工学シリーズ10）
2001	橋梁振動コロキウム（金沢）	書籍⑩橋梁振動コロキウム'01論文集
2003	構造物の健全性モニタリング国際ワークショップ& 橋梁振動コロキウム（北見）	書籍⑪Proceedings of the International Workshop on Structural Health Monitoring of Bridges/Colloquium on Bridge Vibration '03
2004	鋼構造委員会・鋼橋の振動・騒音に関する環境負荷低減工法の評価検討小委員会（4年間）	
2005	第1回橋の再利用コロキウム（金沢）・金名橋移設完了	書籍⑫構造物の性能評価等に関するモニタリング技術
2006	書籍⑫に関する講習会（東京）	書籍⑬モニタリングによる橋梁の性能評価指針（構造工学シリーズ16）
2007	御影大橋架替完了	
2007	第2回橋の再利用コロキウム（長崎）	
2008	書籍⑬に関する講習会（東京）	書籍⑭鋼橋の振動・騒音問題とその対策事例
2008	鋼構造委員会・振動・騒音に配慮した鋼橋の使用性評価に関する検討小委員会（3年間）	
2011	橋梁振動コロキウム（東京）	

昭和 40 年代前半

の頃、よく、道路橋の RC 床版が 50～60cm の大きさで、鉄筋を残して、コンクリート部分だけが陥没し、落下することがよく起った。金沢でも、犀川と浅野川にかかるバイパスの橋（御影大橋と中島大橋）で、「橋面に穴」があった。今になってみれば、水の浸入などによる「コンクリートのすり減り疲労」であり、解明されたわけだが、当時はその原因はよくわからないまま、担当者は、床版支間が短くなるように補助縦桁を増設して、大きな曲げモーメントに抵抗できるようにしたうえで、RC 床版の穴をふさいだ。ついでに、アスファルト舗装を全面的に打ち直して補修した。これらの効果をみるために、補修前後で大型車の走行試験を実施し、振動を計測した。御影大橋での実験、これが、助手時代の初仕事であった。

その結果、卓越振動数は少し高くなり、変位振幅は少しだけ小さくなった。当時、この種の問題は、自動車や列車の乗り心地の問題と同一視され、多くの場合、Janeway の乗心地係数（1～4Hz では振動加速度の変化率に、4～8Hz では振動加速度に、8Hz 以上では振動速度に比例する係数）が用いられていた。そこで、その係数を求めると乗り心地係数は悪くなった。しかし、通行人の大半は、「揺れ」は小さくなったと述べている。その当時、歩道橋の振動問題は、たまたま、東京 JR 渋谷駅西口の歩道橋が大きく揺れて、東京大学の松本嘉司研究室（交通・鉄道工学）が「列車の乗心地」を利用して検討していた。その頃、振動暴露試験は「乗客の乗心地や快適性」、「運転者の疲労」、「家屋内での振動暴露」を対象としていたので、この種の振動暴露試験はすべて「椅子に腰掛けた状態」で行われた結果であった。そこで、「橋梁の振動を感じるのはどこかな？」と考えると、深く座った状態での結果に疑問を感じた。1971 年当時、人が載って実験ができるような振動台があるわけはなく、あちこち多くの文献を読むしかない時間が続いた。

表-2 土木学会全国大会での連続発表の講演題目

No.	発表年	開催地	講演番号	講演題目	橋梁振動維持管理
1	1972	福岡	I-083	道路橋の振動とその振動感覚について	○
2	1973	札幌	I-051	道路橋の振動とその振動感覚について（その2）	○
3	1974	広島	I-052	橋梁振動が人体に及ぼす影響について	○
4	1975	名古屋	I-134	ランガー橋振動の心理的大ささについて	○
5	1976	東京	I-135	振動感覚から見た橋梁の使用性について	○
6	1977	神戸	I-136	歩道橋のたわみ制限と振動感覚の関係について	○
7	1978	仙台	I-137	振動感覚を考えた歩道橋の使用性指標について	○
8	1979	福岡	I-053	振動感覚を考慮した道路橋の使用性解析	○
9	1980	札幌	I-138	橋梁の振動使用性問題の現状とその設計基準について	○
10	1981	広島	I-055	道路橋の振動使用性に対する照査法に関する考察	○
11	1982	名古屋	I-027	歩道橋振動の使用性照査法とたわみ制限値について	○
12	1983	東京	I-087	高架道路橋の防振効果に関する解析的アプローチについて	○
13	1984	京都	I-167	走行荷重による高架橋の動的応答解析について	○
14	1985	仙台	I-108	走行荷重による高架橋と周辺地盤の動的応答解析について	○
15	1986	福岡	I-192	自動車荷重列の自動計測システムの開発について	○
16	1987	札幌	I-019	衝撃加振による斜張橋形式歩道橋「雪吊橋」の振動測定	○
17	1988	広島	I-191	動吸振器（TMD）による高架橋の振動軽減対策	○
18	1989	名古屋	I-104	道路橋の疲労損傷に及ぼす振動の影響	△
19	1990	新潟	I-042	道路橋上での大型自動車の通過位置分布について	○
20	1991	大阪	I-153	走行荷重による鋼橋の疲労損傷に及ぼす振動の影響について	△
21	1992	仙台	I-067	制振対策を施した鋼アーチ道路橋の疲労シミュレーション解析	△
22	1993	福岡	I-032	道路橋造物の耐久性強化のための自動車通過位置分布について	○
23	1994	札幌	I-148	犀川大橋の補修と補強	○
24	1995	松山	I-173	河川に架かる歩道橋の振動実態調査	○
25	1996	名古屋	I-063	上落式 PC 吊床版道路橋の振動特性	○
26	1997	東京	I-156	単径間 PC 吊床版橋の振動特性	○
27	1998	神戸	I-158	自碇式上落 PC 吊橋模型の振動特性について	○
28	1999	広島	I-157	自碇式上落 PC 吊橋の振動特性	○
29	2000	仙台	I-081	単径間 PC 吊床版歩道橋の振動特性と振動使用性	○
30	2001	熊本	I-109	鋼道路橋の疲労損傷に対する動的シミュレーション解析	△
31	2002	札幌	I-166	鋼トラス橋の解体部材を移設再利用する自転車専用歩道橋について	△
32	2003	徳島	I-113	斜張橋自歩道部の歩行者への車両走行による振動の影響	○
33	2004	豊田	I-210	鋼トラス橋の解体部材を再利用した自転車道橋梁の建設	△
34	2005	東京	I-212	鋼トラス部材を再利用した歩道（金名橋）の性能確認実験について	△
35	2006	大阪	I-162	滝ヶ原（小松市）に現存する石造アーチ橋の特徴について	○
36	2007	広島	I-113	移設された石橋の現状について	○
37	2008	仙台	I-390	小松市内に現存する滝ヶ原石橋群と新設の石造アーチ橋について	○
38	2009	福岡	I-302	橋面の勾配を小さくした外ケーブル併用 PC 吊床版橋の振動特性	○
39	2010	札幌	I-244	移設された石造アーチ橋の現状について	○
40	2011	松山	I-313	外ケーブル併用 PC 吊床版歩道橋の振動特性	○

さて、金沢大学工学部土木工学科は学生入学定員（1968 年入学まで 30 名）が 1969 年から倍増の 60 名に増えたために、研究分野が 4 分野から 6 分野に研究室が増えた。そのため、大きな新設設備が認められ、大型構造物試験装置として、実験用建物と動的 40tf の油圧サーボ式疲労試験機（島津製作所製 EHF40）が設置された。構造物の疲労が詳しくわかっている研究者は不在であったため、この設備の「お守り」が回ってきた。疲労試験をする目途もなく、試験機の動かし方を練習していた。その中で、外部からの電気信号によって変位振幅レベル



写真-1 金沢大学工学部大型構造物試験装置と振動台

を何段階にわけて、そのパターンを繰り返すことが可能であることが判った。疲労試験ではなく、大きな台さえあれば、振動台ができる。写真—1のような、幅1.2m、長さ6.5mの台を200mmのH形鋼と10mm鋼板を用いて、すべて手作りし、4支点を適当に軟らかい特注の鋼製パネで支えれば、できあがった。実験台を自前でするのは大変であることは判ってはいたが、試行錯誤の繰り返しであった。その真ん中をサーボ弁制御のアクチュエーターで繰り返し押しせば、人が歩けるような大テーブルができた。毎晩毎晩遅くまで、正しく振動台が動くようにプログラム信号をアナログデータレコーダーに記録し、再現試験でその波形を確認した。そして、主に構造系研究室の学生に被験者になってもらい、さまざまな振動感覚テストを行った。

その感覚テスト内容については、論文に詳しいので省略するが、結果をまとめて、「土木学会論文集」に投稿したが、「2名の査読者の、XX」がついて、返却された。ただし、編集委員会からのコメントがあり、「大変興味のあるテーマなので、特に図表を書き直すなどして、再投稿を望む」とのことであった。ひどい図表を書いて、論文として提出したもので、小学生の自由研究以下の「研究者失格」に相当するほどひどいものであった。

この返却時点で、つぎの論文を用意していたので迷いに迷って、別々の論文として、投稿した。この1974年に掲載された、2編の論文¹⁾²⁾が、1976年、昭和50年度の田中賞を頂くことになった。当時の論文集編集委員と田中賞選考委員の方々は、よくぞ、私をつぶさずに引き上げってくれたことと、「地道にやればできること」を教えてくださいましたことを、心より感謝しております。

この時代のブームであった、はなやか研究テーマは、国際的にも、やはり、「構造材料や構造部材の疲労」と「鋼製部材の座屈・耐荷力」、「構造物の信頼性：安全性」、「構造物の最適設計」などであった。一方、動的な問題としては、大きな実験設備と高速な大型計算機による、「長大橋梁の耐風性と耐震性」の研究が本州四国架橋との関連で盛んに行われていた。

試験機の導入は40年も前のことであるし、金沢大学が総合移転し、工学部はまだ、跡地利用が決まっていなかったが、大型実験装置は役目を終え、廃棄した今でこそ言えるが、多くの疲労試験も行ったが、あまり発表論文にはなっていないことを懺悔・告白せねばならない。ただし、静的な繰り返し載荷装置としては、大いに機能して多くの実験結果を残し、多くの論文の基礎データとなっていることは確かである。動的な試験機はすぐに進歩し、少し旧式となったが、4本脚の門形反力フレームであったため、実験室一杯の最大10mくらいまでの長尺試験体の試験が可能であったため、重宝した。しかし、実際問題として、油圧式の大規模試験機の維持管理は大変であったが、約35年間、大きな事故もなく、よく活躍してくれた。感謝感謝である。

2. 構造物の安全性信頼性と「不規則振動論」への経緯

1966年にASCEの構造部の安全係数に関する専門委員会の最終報告が掲載された。その結果、荷重の確率分布、材料強度（部材強度）の確率分布が求めることが必要になった。そこで、多くの荷重計測と組み立て部材の強度や疲労の試験が行われ、さらに、それらをまとめてデータベース化する研究などが、多く行われた。そんな時はいつもそうだが、まずは文献調査をして、「動向・レビュー」をまとめることから始める。研究論文はすでに「山」とあるわけで、勉強すればするほど、「もう、することなどはない」ことになり、現実を知れば知るほど、自信喪失することとなる。一方、実測や実験をしたいが研究費用はなく、人手もない。

土木学会において、1974年当時、構造工学委員会構造物安全性研究小委員会（小西一郎委員長）は、内外の研究成果を広く調査して、報告書として、「構造物の安全性・信頼性」をまとめることとなった。4つの分科会、①理論編（星谷勝主査）、②荷重編（伊藤学主査）、③強度編（山田善一主査）、④設計指針編（前田幸雄主査）が設けられ、多くの人々の尽力によって、ASCEから遅れること10年後の1976年10月に刊行された。その内容は、ASCE報告後10年分の研究成果も追加されており、よくまとまった報告書となっている。

筆者も、①理論編の「構造系の信頼性解析」（約10ページ）を任されて、大変大変。こんなことはよくあることで、門外漢であるにもかかわらず、委員会・分科会・WGのメンバーにされ、分担が決まる。受託の返事は簡単であるが、作業と気持ちは大変。1975年1月に分科会が発足したので、結局は約1年間、「構造系の信頼性」に関する文献を読み漁っていたことになる。こんなことがなければ、詳細に他分野と思っていた文献をたくさん読むことはなかったのかも知れない。

構造物の安全性・信頼性
土木学会編

しかも、筆者は、3年間助手 書籍①構造物の安全性と信頼性をしていた金沢大学から1974年と信頼性4月、専任講師として金井学園・福井工業大学建設学科に移った。当然のこととして、増えた「講義」は、橋梁工学・鉄筋コンクリート工学・地震学・橋梁設計製図の4科目の準備は大変な負担で、さらに多人数の卒業研究の面倒をみながら、「信頼性のレビュー」を考えていた。そして、1976年に報告書「構造物の安全性・信頼性」（書籍①）は刊行された。

このレビューを書くための苦労（たくさんの文献を詳細に読むこと）は、無駄にはならなかった。文献調査の中で、Iyenger著「地震時の確率論的応答解析」⁸⁾を特に詳しく読んだ。問題意識を持っていたからであろうが、

ひらめきを得て、自らの研究が次のような展開をすることとなった。その新しい展開とは、橋梁路面—自動車—橋梁系の動的応答解析において、古典的な方法では、「橋梁の真ん中に車両が停車し、凹凸をもった路面が車両の下を移動して、タイヤを刺激していく」という、あくまで、定常応答を求めていた。それに対して、車両の移動することによる非定常性を考えようと、モード解析であるので、加振力を車両位置の振動モード形で絞ることで表現した解析を実行した。これには、指数関数に三角関数が3個掛け合わさったものを積分すると言う途方もないものであったが、1975年の一冬かけて、積分を何回も求めた。当然、誤りを見つけてはやり直した。

一方、路面の凹凸スペクトルが用いられていたが、橋梁の路面でも一般道路や高速道路と同様に表せることは、確認されていなかった。橋面の凹凸スペクトルが定式化されないことには、前の積分も無駄になるので、福井工業大学の卒業研究生の協力を得て、福井県内の4形式8橋で2測線（大型車のタイヤ通過位置と思われる測線、50cmごとのレベル測量）ずつの16データを得て、両対数軸上で線形表示の定式化の根拠とした。この凹凸測定は、金沢工業大学の本田秀行先生にもお願いすることとなった。その後、本田先生は、非常に沢山の橋面凹凸スペクトル¹⁴⁾と伸縮継手付近の凹凸¹⁵⁾を計測して、データベース化¹⁶⁾して、凹凸スペクトルの権威となったのは、うらやましきこと。

非定常な外力とした橋梁の応答解析の論文⁴⁾⁵⁾は1975年夏に投稿し、翌1976年春に土木学会論文集に登載となった。その後、筆者の研究方向は「歩道橋と道路橋の振動使用性の確率論的な設計法」⁶⁾⁷⁾に流れが変わっていき、「構造系の信頼性解析」をレビューしたことの成果がさらに結実していくこととなる。一方、積分による解析方法が、「グリーン関数法」と呼ばれることを、相当な時間が経過してから長崎大学の岡林隆敏先生から教示されることになる。岡林先生は、さらに難しい「車両と橋の連成を考える非定常解析法」の開発に進んだ。

このように、極めて早い時期に、「橋梁振動の非定常性」を論文にしていたが、本人はその意義がよくわからずに発表しており、この程度のレベルの論文が、登載になることは、他の研究者を元気づける「誘い水」になったようで、九州大学吉村・彦坂・内谷先生にや長崎大学岡林先生が蓄えていた成果⁹⁾¹²⁾が次々と発表され、突然、「橋梁の不規則振動」研究は急激に進展することとなった。より高度な振動論¹³⁾となり、筆者には少々難解のため、ついていけなくなった。

その一方で、福井工業大学時代には、いろいろな実験のお手伝いを故久保雅邦氏（当時、総合技術コンサルタント）の紹介でさせていただいた。「中央自動車道・阿智川橋（長野県阿智村）の橋面凹凸測定」と「白川橋側道橋（国道1号、滋賀県土山）の振動測定」である。後々の研究に大きく影響する実験や調査への参加であった。

そして、1978年12月に、当時の京都大学山田善一先生のところに、博士論文準備のための「目次」を持って、あいさつに行くこととなった。そして、1年後の1980年1月に工学博士（論文題目：道路橋の振動とその橋梁の使用性に与える影響に関する研究、1979年8月提出、11月審査会・公聴会実施）を授与されることとなり、大学にて研究者として生き残るための最低条件を得ることができた。すでに、1979年11月に博士号取得見込みで、金沢大学工学部（専任講師）に移籍していた。

3. 環境と振動

1973年の年末、福井工業大学へ翌年4月からいくことが内定していた頃、金沢大学医学部公衆衛生学教室に、前年に札幌医科大学から移った岡田晃教授を訪ねた。専門は、「物理的な刺激に対する人の反応」であり、橋梁振動と振動感覚を主な研究テーマとしている以上、指導を仰ぎたいと教授室を訪ねた。白衣の下は、肌着にステテコという豪快な先生でびっくりした。

福井工業大学に1974年4月から赴任したが、その後もよく宿題を頂いた。特に、環境庁からの委託研究の一部で、「道路交通振動に対する基準作り」や「さまざまな振動暴露状態で人の反応」などの実験とそのデータ処理を行った。

その結果は、医学系の論文として、発表した。その本当の目的は、「博士号」であった。筆者は、学部卒であり、「博士号」の見込みは遠い。医学系は、何となく、早くできそうにみえたが、しかし、金沢大学医学部の規定によれば、医学系とは無関係にみえる土木工学の力学系卒業の研究者には、「医学部+博士課程」の3倍の研究歴が必要とあり、ほぼ絶望的な時間に思われたが、諦めるのも早いかと、一応専修生（医学部研究生）になり、授業料も納めた。

かなり、積極的に研究はした。発表した内容は、「道路交通振動に対する基準値に関する研究」¹⁷⁾¹⁹⁾と「列車通過時の家屋内での騒音と振動の複合暴露に対する知覚レベル」²⁰⁾などである。しかし、金沢大学医学部専修生として必要な、「21年間」を待たずに、前述の研究で論文は整ったので、他の医学系大学への「医学博士」の申請の話もあったが、結局、京都大学山田善一教授に「工学博士」をお願いすることになった。

そのほか、岡田研究室では、「箔打ち機による手と指の局所振動計測」や「ラットの持つ体内時計の日周期性」などの研究の実験やデータ処理のお手伝いをさせていただいた。これらの研究のお手伝いも、興味ある結果が得られ、無駄にはならなかった。岡田晃教授は、その後、金沢大学学長になり、大学運営に尽力された。

一方、前節で述べた、「構造物の安全性・信頼性」が1976年に刊行された後、信頼性や確率論的設計¹⁾が得意分野と見られて、さまざまなことに参加を要請されるこ

となった。まずは、土木学会関西支部から「土木技術者のためのデータ処理と確率統計マニュアル」(1982 年度講習会テキスト)の構造編(主査・京都大学亀田弘行先生)の分担執筆。主に、関西支部所属の先生方に混じって、かなりの分を受け持った。交通荷重、荷重係数、実測データ、振動障害などの 40 ページ分を分担。1982 年に刊行し、講習会でも説明をした。

その原稿打ち合わせなどは、委員として当時の阪神高速道路公団職員がいたので、公団の会議室で行われた。打ち合わせ後には、必ずと言ってよいほど、他の職員の方々も含めて、アフター 5 の情報交換会があり、いろいろな話を聞かせていただいた。その中で、「高架橋の振動」問題で共通の興味を持つことができた。全く事前に振動軽減の予測をせずに、高架橋振動対策としての補強や補修を実施しているとのことであった。それを知って、大型車の通過時の橋梁振動解析の精度を上げれば、アセスメントに使えるかもしれないと考え、早速、解析プログラムの改良に取り掛かったのは、福井から金沢に移り、しかも、学位をいただいた 1980 年頃である。福井工業大学は当時、まだ大学院はなく修士の学生の面倒はみる必要がなかったが、金沢大学では、修士の学生と研究テーマを考える必要がある。早速、修士の学生と高架橋の振動軽減対策の計算に入った。少なくとも、今まで場当たりの振動軽減対策に対して、「軽減効果はどの程度あるか」を予測する手法開発が始まったことは意味が大きく、特に阪神高速道路公団内部の一部の人々には支持された。1983 年の土木学会全国大会で発表し、1984 年 1 月には土木学会論文集²¹⁾に掲載されていることを考えると、「高架橋の振動軽減問題」を始めてから、すでに 30 年が経過した。この頃から、「走行荷重によって生ずる橋梁振動を減らすにはどのようにすればよいか」を、計算でシミュレーションするようになったと言ってよく、大容量・超高速のコンピュータのおかげである。

その頃、阪神高速道路公団のアフター 5 の情報交換会で知り合った、(株)フジエンジニアリングの杵本本正信氏から、いろいろな場で教示を受けることになる。阪神高速道路の高架橋振動の測定結果や解析結果のことなど、また、金沢大学で開発しようとしていた T L A M (交通流自動観測) システム、TMD 装置などの多くの共同研究論文^{22)~24)}を 1995 年頃までに発表していくこととなる。

ちょうど、その頃、名神高速道路の蟬丸橋補強の検討(名古屋大学の島田静雄先生・山田健太郎先生・加藤雅史先生が技術指導)がなされており、走行荷重による鋼アーチ橋の疲労損傷に対する動的立体解析²⁵⁾に挑戦することとなり、「疲労と振動」に視点を持つことができた。T L A M システムも含めて、動的な影響が「周辺環境」から「構造物部材」に戻ることができ、幅広い話題に仲間入りできることとなった。

元来、道路橋の振動問題のうち、地震時や台風時は非常時の特別事項であって、日常の交通荷重に対しては、

「活荷重の動的作用—衝撃」として扱われ、「鉄道橋の衝撃」からの焼き直し事項であったので、活荷重の割り増し係数として扱われた。それをそのまま踏襲してきた道路橋示方書は、よほどの不備がない限り、変更には至らない。示方書では安全すぎることは、「可」であるので、改定されずに現在につながっている。ということで、なかなか、衝撃係数式を改訂する動きはない。すでに、50 年程度、いろいろと多くの人に検討されてきているはずである。今後、心ある研究者が、「完璧な論理」で「衝撃」を見直し、廃止も含めて、提案をしていただきたい。

4. 振動研究会と土木学会での研究小委員会

前述した「構造物の安全性・信頼性」は、1976 年 10 月に刊行された。この頃、各分野での活動が活発化してきた。が、団塊の世代(1949—1953 年生まれ)が大学に入学する頃に各大学には大幅な定員増があり、当然、教員も増やされ、徐々に昇格となり、助手ポストが空席となり、多くの修士課程や博士課程を修了した若手(1940—1950 年生まれ、団塊の前世代)が助手になって、5 年くらい経った頃で、本格的に研究を始めた時期にあたる。ちなみに、筆者は 1946 年生まれ、1965 年大学入学、1969 年大学卒業。同期は、1971 年修士課程終了、1974 年博士課程修了となる。ちょうど、この 1980 年頃、他大学研究者との交流が行われるようになった。まずは、信頼性設計研究グループと最適設計研究グループが合同で、1981 年春に、岐阜県中津川でセミナー(世話人は当時の名古屋工業大学長谷川彰夫先生、現在は故人)が開かれた。このうち、最適設計研究会は、今も毎年継続開催しているので、30 回目くらいになる。

さて、「橋梁振動」グループも同世代が多く、まずは、その頃に東京で開催された「土木技術者のための振動便覧」(書籍②)の 12 章担当者 WG 会議の時に、長崎大学の岡林先生と相談して、1981 年秋、広島での全国大会開催



北海道・林川 長崎大・岡林 大阪大・川谷 名古屋大・加藤
金沢工大・本田 金沢大・梶川 北見工大・大島 八戸工大・亀田
写真—2 橋梁振動情報交換会(1981 広島)

時に、「橋梁振動」分野と「波動」分野で発表のある先生らに呼びかけて、広島市内の料理店「酔心」に写真-2の8人が集まり、「情報交換会」が開かれた。約30年前であるので、全員が35歳前後の若さである。

1981年の広島のと、1982年の次回（名古屋）からより多くの人に声をかけて、全国大会終了日に情報交換会と宿泊、翌日朝から午後まで、橋梁振動の勉強（発表と討論）会をするようになった。これが、橋梁振動研究会の発足、第1回目である。その後、5回ほど続き、1987年7月に金沢大学工学部で「橋梁振動に関するコロキウム」を2日間開催するに至った。その時、1967-1987年の間の橋梁振動関連の既発表の代表論文を著者から提出していただき、「橋梁振動に関する研究 20年の流れ」と称した850ページもの厚い冊子(書籍③)を作り、全国の橋梁振動関係者に参考書として配った。この時の冊子作成のスポンサーは(財)道路環境研究所であった。その後、2年後、1989年にも第2回(書籍④)を開催した。

この間に、「橋梁振動に関して、まとまった本をまずは書いて、出版しよう」という話が、聞こえては消え、また、聞こえることが繰り返された。結局、1987年金沢でのコロキウムの時、初めて打ち合わせはしたものの、その後、遅々として進まず、目次案と分担が決まり、執筆開始は2年後の、第2回コロキウムの頃である。ところが原稿執筆の早い人と遅い人の差が大きく、早い人が怒り出す始末である。もう、だめかと出版を諦めた時期もあったが、執筆グループの一人(故久保雅邦氏)を大腸がんで失うこととなり、それをきっかけに全員が奮起し、1993年に完成本「橋梁振動の計測と解析」(技報堂出版、全474ページ、書籍⑤)を500部出版できた。表向きの売れ行きは良かったが、再版はしなかったが少し

だけ、原稿料を払うことができた。

この頃から、土木学会の構造工学委員会が、その活動の場として、研究小委員会を公募するようになり、1992年から「橋梁交通振動研究小委員会」(委員長・金沢大学梶川康男、4年間、書籍⑥⑦)を設置し、活動した。

その後、1996年から「橋梁振動モニタリング研究小委員会」(委員長・北見工業大学大島俊之先生、4年間、書籍⑧⑩)、2001年から「橋梁振動モニタリングとその標準化研究小委員会」(委員長・宇都宮大学中島章典先生、4年間、書籍⑫)と続き、それぞれ、活動報告書の一部として、構造工学シリーズの単行本(書籍⑨⑬)も、出版している。途中、2003年には、北見工業大学で、構造物の健全性に関する国際ワークショップ(書籍⑪)をも開き、その活動の国際化に大きく寄与した。また、ISOのドラフト委員会にも大島・中島両委員長が参加して、橋梁振動に関する国際標準の策定に大きく、日本の意見を反映させることができた。



書籍② 振動便覧



書籍③コロキウム'87



書籍④コロキウム'89



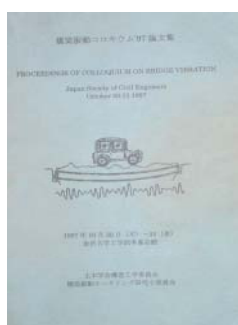
書籍⑤計測と解析



書籍⑥現状と課題



書籍⑦コロキウム'95



書籍⑧コロキウム'97



書籍⑨ガイドライン



書籍⑩コロキウム'01



書籍⑪コロキウム'03



書籍⑫モニタリング技術



書籍⑬性能評価指針



書籍⑭振動低減事例

また、別に、土木学会鋼構造委員会に、2004年から「鋼橋の振動・騒音に関する環境負荷低減工法の評価検討小委員会」（委員長・山梨大学杉山俊幸先生、4年間、書籍¹⁴⁾）と2008年から「振動と騒音に配慮した鋼橋の使用性能評価に関する検討小委員会」（委員長・金沢大学深田宰史先生、3年間）が、橋梁振動関連の委員会として活動してきており、その成果が期待されている。

5. 「橋梁振動」研究以外への挑戦

福井工業大学時代（1974.4～1979.10）はある意味、「自分」を変える機会となった。講座制ではないので、完全に独立（孤立）した立場にある。とにかく、すべてが「個人作業」であり、あらゆることを自分でやることになる。「自己管理」に徹すること。これは、その後の仕事（研究）をする上でのモットーになった。コピー、印刷もよほど大量でなければ、自分です。拡大縮小など希望を説明している間に、コピーは終る。望む文章書式を説明しているうちに、ワープロは終る。ただ、まだまだ、論文の仕上げはパソコンではできず、原稿は手書きのことが多い時代であった。と言うことで、現在も、いきなり、ワープロに向っての文章作成は苦手の世代である。

さて、1979年11月（33歳）に金沢大学（専任講師）へ戻った。1980年1月に学位（京都大学）は授与された。私立大学では、完全に「個人単独研究」であったが、国立大学（金沢大学）では、まだ小講座制をとっており、構造力学講座（吉田博教授、梶川講師、助手ポストはこの時点では空席、2年後に梶川助教授、榊谷浩助手）。福井工業大学では、担当ではなかった「構造力学」を担当。演習のチェックなど大変であった。大学院では、「構造解析学」担当。まだ、この当時は「有限要素法」を講義すれば、格好はついた時代であった。ただ、修士の院生の「研究指導」は忙しく、当時、橋梁研究室（小堀先生）と防災研究室（北浦先生）があったので、研究テーマは重複を避けるため、「構造物の振動と耐荷力」となり、まずは、「高架橋の振動」^{21)～24)}に、一気に力を注いでいった。

この頃、吉田博教授は新分野として「落石の衝撃力」研究に全力を注いでいた。また、金沢大学の材料研究室（川村満紀先生）では、さまざまな研究を幅広く行っていたが、コンクリート構造のASRや錆による劣化を材料面から深く研究はしていたが、構造力学的発想を伴ったものではなかった。また、土質研究室（太田・関口先生）では、土の構成則を得意としていた。それぞれの研究室が、非常に活発に活動している時であり、そんな中で、修士学生の意欲もきわめて高く、どのような研究テーマにするかなど、悩んだものであった。そんな中で、突然、特急電車「雷鳥号」の中で思いついたのだったが、閃いたテーマは「コンクリートの劣化要因である骨材や鉄筋周りのFEM要素を膨張できる層的なアスペクト

比の大きな要素を考え、しかも、ダイラタンシーが考慮できるような構成則を導入すること」であった。

以来、コンクリートに関するさまざまな実験と解析をセットにして、研究し、論文発表^{26)～31)}をした。多くの共同研究者を得て、相当なレベルにまで達したと自負していたが、何故か、今はそのレベルは維持できていない。残念だが、当方では、終ってしまったテーマとなった。どこかで、行っている研究に影響を及ぼしていれば、嬉しいことである。

一方、高架橋の環境振動や構造物の振動のテーマは、息も長く続けられている。持っている解析プログラムが、汎用ではなく、自前でコツコツと作ったものであるので、改造もできるし、他者（他社）が許可なく改造や計算できるものではないので、長続きしているのではないだろうか。汎用ソフトであったなら、一定の範囲を超えることはできずに、演習（練習）を繰り返す程度の解析に留まったままであろう。いつかは研究は行き詰るものである。解析は、常に想定内であるからだが、研究者は、想定外を夢想しないと先端的な研究とはなりえずに、同じところをグルグルまわっている程度の研究に過ぎなくなるであろう。常に、新しい発想で、こんなことはできないのだろうかを考えて、実現していかないと、つぎには進まないような気がする。

そんな折に、「コンクリートの橋は揺れる」を研究テーマにしたいと、角本周氏（金沢大学1985年卒、当時、オリエンタル建設）が言ってきたのが、20年ほど前である。鋼橋は揺れて当たり前と思っているので、ある程度大きく揺れても「問題」は生じない。しかし、コンクリート橋は揺れないと思っているので、少しでも揺れると「大騒ぎ」になる。まずは、「PC吊床版橋」の話を持ってきた。栃木の烏山城カントリークラブ（ゴルフ場）内の、単純なPC吊床版橋の振動実験に、当時、製作と解析方法の開発が完了していた「重錘落下式の衝撃加振機」を車に積んで出かけていったのが、1989年である。その時、宇都宮大学の中島章典先生と研究室の学生に、実験のお手伝いをお願いしました。この時から、「吊り構造系橋梁の振動」がテーマになり、その後、さまざまなコンクリート橋の振動^{32)～38)}を扱うことになった。

その後、全国にでかけ、多くの歩道橋の振動を学生とともに、いろいろと楽しみながら、測定した。データ処理方法が進歩することもあるので、振動測定は必ず、生データを得保管しておき、いつでも雑音などの確認ができるようにしておくのが大切である。

丁度、25年くらい前、筆者が「教授」になるわ、研究室の吉田教授が突然、退職するわ、の大混乱。その数年前に大学院に自然科学研究科（博士課程）が設置された。機械系の力学グループと一緒に「システム科学」専攻を構成し、その後、1998年、「土木」を離れて、大学院の専任教員となった。専任である以上、毎年1人くらいの博士課程の学生を指導する必要が生じ、学生探しと研究

テーマ探し、そして、論文執筆の催促には苦労した。

この15年ほどの間に、社会人ドクターや論文博士も含めて12名ほどの「工学博士」が誕生した。さまざまなテーマで博士論文^{39)~44)}を書いていた。そのうち、橋梁の振動がテーマであったのは、約半数である。そして、博士号取得後も、実務や研究で活躍してくれている人が多いのが心強い。その中の一人が、「深田幸史氏」であり、現在までに15年ほど、一緒に研究をしてきた。そろそろ、「つぎの世代に」であろう。

6. そして、この10年くらいの活動は？

ところで、やはり、ひとつの事件(2001年)であろう。建設して49年の「御影大橋(1951年建設)」の架替えのための委員会開催の話が2000年にきた。なぜ、みな、50年経過した橋を壊したがるのであろうか?。「老いることは悪か?」。1951年当時、自動車が増えてきたが、旧いままの金沢市内は大混雑・渋滞で大変であったと聞く。国道8号が街中を通り、直角に曲がる交差点が橋場・武蔵が辻・香林坊など数箇所。しかも、数キロにわたり、国道を走る民営の市街電車道、電車も自動車もかわいそうな狭い道。そこで、自動車の通行を電車道から、避けるようにバイパスが計画された。そのバイパスが犀川と浅野川を渡る箇所に御影大橋(鋼トラス形式、1951年)と中島大橋(鋼ローゼ桁形式、1953年)が建設された。市内の渋滞は大いに緩和されたであろう。しかし、自動車はどんどん増加した。20年ほど経ったころの1968年ころ、RC床版に大きな穴が置き、補助縦桁(縦桁の増設)によるRC床版の補強がなされた。この頃に、御影大橋の実験が私の初仕事であったことは、前に述べた。

その10年後の1980年に全面的に鋼床版に変更された。これで、大丈夫と思ったが、変則の3車線9m幅の橋梁

が狭いということと、近くの元車交差点付近の改良工事が、道路の線形が少し変わるという。やむを得ずに、架け替え委員会は、つぎの橋の計画や設計を認めることとなり、斬新なデザインの「単弦の鋼アーチ橋」を選ぶこととなった。広い歩道空間に4車線の道路部分を持つ新しい「御影大橋」は2005年に仮開通し、2006年春に全橋完成し、開通した。

さて、その途中に、「旧御影大橋」の解体が伴うわけであるが、それを再利用する話が、別の自転車道整備事業(橋梁工事)で提案され、解体された「御影大橋」の一部は、工場で再生され、再び、手取溪谷の元金名線(民営鉄道)の「金名橋」として、再生・再利用するという珍しい橋歴をたどることとなった。図-1に旧御影大橋から金名橋への移設に伴う構造変更状況を示した。「珍しいこと」であろうという自負から、全国にそれほど例も少ないものと思ったので、いろいろと調べてみた。びっくりするほど、「あるわあるわ」で、現在「88橋分の移設再利用の橋梁」のデータを集めて研究^{45)~47)}することとなった。「珍しい内容」と言うことで、講演依頼は20回を越えた。さらに、ひよんなことから、興味は移設再利用した石橋に及び、「66橋分の石造アーチ橋」のデータを集めて、現在に至っている。

そして、この10年くらいは、自分だけでデータを集めており、ライフワークになりつつある。そして、もうすぐ、金沢大学を退職。やっと、「看板」を捨てて、自由になれる。

7. そして、つぎの世代に。

あとがきにかえて、「大切なこと」をまとめておこう。この「40年」で、筆者の研究にとって、大きな転機が「2度」あったようだ。

その一つは、金沢大学に戻って、1980年頃から、大学院修士課程の学生と研究するようになって、研究テーマの数を大きく拡大せざるを得なかったことであろう。すなわち、「いろいろなテーマを準備」したことであろう。「高架橋の環境振動」はまだ、今までの延長上であるが、コンクリート構造に手をつけたことが、実験と振動解析の範囲を広げる結果となった。

そして、二つ目の転機は、約10年後の1990年頃に、大学院博士課程(自然科学研究科)を担当し、社会人も含めて学生に短期間に数編の論文を書き上げることを強いたことにより、内容の吟味が足りない場合も時々あったが、発表論文を量産する

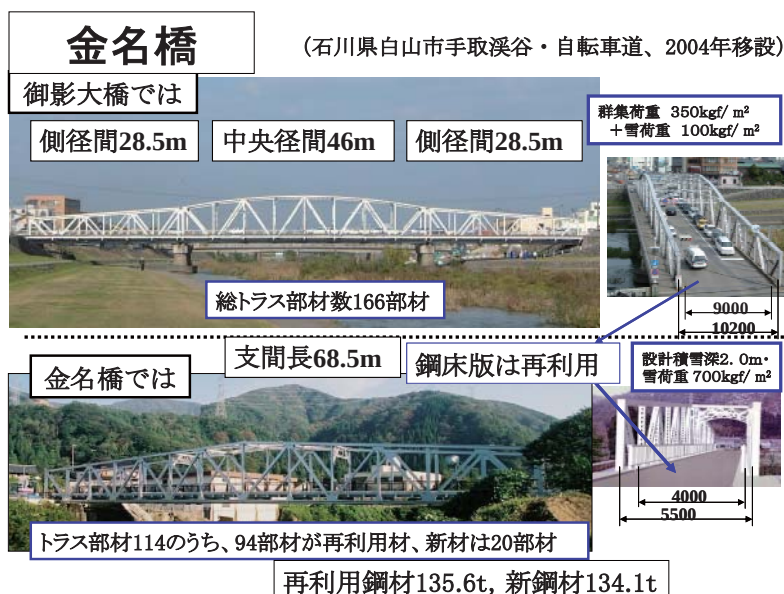


図-1 旧御影大橋と御影大橋解体移設再利用した金名橋

ことが目的となり、じっくりと独創的な発想をし、ゆっくりと仕上げることを怠るようになってしまった。それから、約 10 年ほどで、10 人ほどの博士を指導したが、それぞれ、よくがんばったものだと思う。

そのうちの一人であるが、現在、金沢大学の准教授の深田幸史氏が、大学院（修士課程と博士課程）5 年間で、1998 年、助手として一緒に研究するようになったことは大きく、ここ 10 年ほどは難しいモデル化や数値解析からは、離れてしまった。じつは、解らなくなったというのが本音である。その頃（2000 年）頃から、「鋼橋の移設再利用」や「石造アーチ橋の移設」と、あちこち走り回るようになった。

「研究を継続すること 40 年」。長きにわたり、よくがんばって、いろいろなことの研究発表を続けることができたものだと、感心している。他の研究者に比較すれば、まだまだ、狭い範囲（橋梁だけ）に留まった方であろう。

その秘訣は、つぎの点である。

人がやるようなことはやらない。人がやれるようなことはしない。しかし、必ず、自信ある専門分野の軸足（ピポット）をしっかりと地に着けて、いろいろなことに挑戦をしよう。そして、他人のやった研究の追っかけはしないでおう。それが、息の長い研究を続けられるコツであり、1 つのテーマに対しては、10 年くらいは続けよう。それでも、日の目を見ないことは大いにある。そのためには、「これしかないとする、強い信念（思い込み）」が、自分を救ってくれるであろう。所詮、われわれの行為は、「自己満足」でしかないのだから。

参考論文

- 1) 小堀為雄, 梶川康男: 道路橋の振動とその振動感覚, 土木学会論文報告集, No. 222, pp. 15-23, 1974. 2.
- 2) 小堀為雄, 梶川康男: 橋梁振動の人間工学的評価法, 土木学会論文報告集, No. 230, pp. 23-31, 1974. 10.
- 3) 小堀為雄, 梶川康男: 道路橋（鋼橋）の振動測定法とその特性, 「道路」, No.401, pp. 37-45, 1974. 7.
- 4) 小堀為雄, 梶川康男: 単一動荷重に対する道路橋の振動感覚, 土木学会論文報告集, No. 248, pp. 11-23, 1976. 4.
- 5) 小堀為雄, 梶川康男: 振動感覚を評価するためのアーチ橋の動的応答スペクトル, 土木学会論文報告集, No. 251, pp. 127-130, 1976. 7.
- 6) 梶川康男, 小堀為雄: 動的応答から見た歩道橋の使用性に関する確率論的考察, 土木学会論文報告集, No. 266, pp. 51-61, 1977. 10.
- 7) 梶川康男: 振動感覚を考慮した道路橋の使用性解析に関する考察, 土木学会論文報告集, No. 304, pp. 47-58, 1980. 12.
- 8) Iyenger R.N. and K.T.S. Iyenger:: Probabilistic response analysis to earthquakes, Proc. Of ASCE, Vol. 96, No. EM3, pp.207-225, 1970.

- 9) 吉村寅蔵, 彦坂熙, 内谷保: 単一走行車両による道路橋の非定常ランダム応答の解析, 土木学会論文集, No. 258, pp. 35-44, 1977. 2.
- 10) 岡林隆敏: 単一走行車両による道路橋の二乗平均応答解析, 土木学会論文集, No. 286, pp. 15-27, 1979. 6.
- 11) 彦坂熙, 吉村寅蔵, 内谷保: 連行自動車荷重による単純桁橋の非定常ランダム応答の解析, 土木学会論文集, No. 290, pp. 33-41, 1979. 10.
- 12) 岡林隆敏: 高次振動を考慮した道路橋の単一走行車両による非定常 r m s 応答, 土木学会論文集, No. 296, pp. 13-24, 1980. 7.
- 13) 岡林隆敏: 連行車両による道路橋の二乗平均応答解析, 土木学会論文集, No. 334, pp. 1-11, 1983. 6.
- 14) 本田秀行, 城戸隆良, 梶川康男, 小堀為雄: 道路橋の路面凹凸パワースペクトル密度に関する調査, 土木学会論文報告集, No. 315, pp. 149-155, 1981. 11.
- 15) 本田秀行, 梶川康男, 小堀為雄: 道路橋の伸縮継手部の凹凸性状, 土木学会論文報告集, No. 324, pp. 173-176, 1982. 8.
- 16) Honda H., Y. Kajikawa and T. Kobori: Spectra of Road Surface Roughness on Bridges, ASCE, Journal of Structural Engineering, Vol.108, No.ST9, pp.1956-1966, 1982.9.
- 17) 梶川康男: 振動公害基準値に関する基礎的研究. I. 許容水準に関する諸要因について, 日本衛生学雑誌, 第 33 巻 2 号, pp. 393-401, 1978. 6.
- 18) 梶川康男: 振動公害基準値に関する基礎的研究. II. 振動解析と評価について, 日本衛生学雑誌, 第 33 巻 2 号, pp. 402-409, 1978. 6.
- 19) Okada A. and Y. Kajikawa: Factors Affecting the Perception of Low-Level Vibration, European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, Vol.47, No.2, pp.151-157, 1981.
- 20) H. Nakanura, S. Nohara, Y. Kajikawa and A. Okada: Field Study on Subjective Responses to noise and Vibration, Archives of Complex Environmental Studies, Vol.2, No.3, pp.25-32, 1990.12.
- 21) 梶川康男, 大嶋信太郎: 周辺環境への影響を考慮した高架橋の防振効果に関する一考察, 土木学会論文報告集, No. 341, pp. 79-86, 1984. 1.
- 22) 梶川康男, 西澤辰男, 杵本正信: 可変式自動車交通流自動観測システムの開発, 土木学会論文集, No. 391, pp. 107-114, 1988. 3.
- 23) 梶川康男, 沖野真, 吉川実, 杵本正信: 高架橋と周辺地盤の交通振動予測と制振効果, 構造工学論文集, Vol. 35A, pp. 597-605, 1989. 3.
- 24) 梶川康男, 新開正英, 讃岐康博, 村田幸一: 都市内 PC 高架橋の環境振動軽減対策とアセスメント手法の適用. 構造工学論文集, Vol. 41A, pp. 691-700, 1995. 3.
- 25) 梶川康男, 織田一郎, 杵本正信: 走行荷重による鋼

- アーチ橋の疲労損傷照査に対する動的立体解析の適用, 構造工学論文集, Vol. 37A, pp. 1089-1096, 1991. 3.
- 26) 梶川康男, 橋吉宏, 吉田博: 骨材—モルタル平面モデルを用いたコンクリートの変形挙動, 土木学会論文集, No. 356, pp. 369-377, 1985. 4.
- 27) 梶川康男, 江上良二: 鋼繊維補強コンクリートはりの変形挙動に関する一弾塑性解析, 構造工学論文集, Vol. 33A, pp. 265-274, 1987. 3.
- 28) 橋吉宏, 梶川康男, 川村満紀: 鉄筋腐食によって損傷を受けた RC ばりの挙動に関する考察, 土木学会論文集, No. 402, pp. 105-114, 1989. 2.
- 29) 角本周, 梶川康男, 川村満紀: コンクリート中の鉄筋腐食による膨張挙動の弾塑性解析とその適用性, 土木学会論文集, No. 402, pp. 151-159, 1989. 2.
- 30) 梶川康男, 八島明生, 角本周: 鉄筋腐食によるコンクリート中のひびわれ挙動と膨張圧の推定, 土木学会論文集, No. 420, pp. 311-314, 1990. 8.
- 31) 橋吉宏, 梶川康男, 川村満紀: 鉄筋腐食によって損傷を受けた RC 床版の押抜きせん断耐力に関する一考察, 土木学会論文集, No. 426, pp. 65-74, 1991. 2.
- 32) 梶川康男, 津村直宜, 角本周: PC 吊床版歩道橋の振動とその使用性, 構造工学論文集, Vol. 36A, pp. 685-695, 1990. 3.
- 33) 角本周, 大信田秀治, 梶川康男, 南部敏行: 自碇式上路 PC 吊橋の終局挙動に関する実験的検討, 構造工学論文集, Vol. 44A, pp. 1341-1348, 1998. 3.
- 34) 深田幸史, 梶川康男, 角本周: 2 径間連続 PC 斜張橋の車両走行時の振動特性と動的増幅率, 土木学会論文集, No. 605, pp. 37-47, 1998. 10.
- 35) 角本周, 梶川康男: PC 吊床版橋の減衰定数の評価と振動使用性照査における影響, 土木学会論文集, No. 612/I-46, pp. 337-348, 1999. 1.
- 36) 角本周, 梶川康男, 長谷川孝一, 牧祐之: 自碇式上路 PC 吊橋模型の破壊に伴う振動特性の変化, 構造工学論文集, Vol. 45A, pp. 641-648, 1999. 3.
- 37) 梶川康男, 深田幸史, 大木太, 角本周, 町勉: 外ケーブル併用吊床版橋の振動特性, 構造工学論文集, Vol. 48A, pp. 377-388, 2002. 3.
- 38) 深田幸史, 梶川康男, 日出平洋一, 河島淳一: 端部分離した外ケーブル併用 PC 吊床版歩道橋の振動使用性, 構造工学論文集, Vol. 56A, pp. 274-286, 2010. 3.
- 39) 富田充宏, 梶川康男, 久野和敬: 鉄筋腐食によって損傷を受けた RC ばりの剛体ばねモデルによる非線形解析, 土木学会論文集, No. 584, pp. 267-276, 1998. 1.
- 40) 立神久雄, 須合孝雄, 蛭名孝之, 梶川康男, 深田幸史, 福嶋幸治: 波型鋼板ウェブを有する 5 径間連続 PC 箱桁橋の振動特性, 構造工学論文集, Vol. 45A, pp. 649-658, 1999. 3.
- 41) 原田政彦, 梶川康男, 初田大成: 上路式鋼 2 ヒンジアーチ橋の補強とその効果, 構造工学論文集, Vol. 46A, pp. 1163-1173, 2000. 3.
- 42) 讃岐康博, 梶川康男, 深田幸史, 杢本正信: プロファイルメータでの測定路面から実路面への近似法の提案, 構造工学論文集, Vol. 47A, pp. 399-410, 2001. 3.
- 43) 原田政彦, 梶川康男, 深田幸史: 耐久性に着目した既設鋼橋の補強効果に関する考察, 土木学会論文集, No. 710, pp. 129-139, 2002. 7.
- 44) Akiyama H., S. Fukada and Y. Kajikawa: Numerical Study on the Vibrational Serviceability of Flexible Single Span Bridges with Different Structural Systems under Traffic Load, Structural Engineering International, Vol.17, No.3, IABSE, pp.256-263, 2007.7.
- 45) 梶川康男: 鋼橋大移動地図—既存ストックの有効活用の実例, 日本鋼構造協会誌, No. 57, pp. 1-11, 2005. 7.
- 46) 梶川康男: 構造物の再利用—橋梁の場合—プレストレスコンクリート, PC 協会, Vol. 47, No. 6, pp. 40-49, 2005. 11.
- 47) 梶川康男: 鋼橋移設—既存ストックの有効活用—, 鋼構造と橋に関するシンポジウム論文報告集, 土木学会, Vol. 9, pp. 51-64, 2006. 8.