

第3章 コンクリート系床版の損傷に関する調査・研究

第3章 コンクリート系床版の損傷に関する調査・研究

3.1	はじめに	75
3.2	床版耐久性に関する参考文献調査	76
3.2.1	調査対象	76
3.2.2	調査範囲	76
3.2.3	調査範囲外の参考文献	77
3.2.4	調査結果の報告	78
3.3	床版損傷の危険度簡易判定	134
3.3.1	床版損傷の危険度簡易判定表の提案	134
3.3.2	床版損傷の危険度簡易判定表	134
3.3.3	判定表の配点	136
3.3.4	影響度の判定	136
3.3.5	実橋への適用例	139
3.3.6	まとめ	146
3.4	新規コンクリート系床版のDB作成の提案	147
3.4.1	はじめに	147
3.4.2	床版データ	147
3.4.3	床版データの作成手順	151
3.4.4	データファイル入力例	152
3.4.5	床版データの運用例と今後の課題	154
3.5	おわりに	155

3. 1 はじめに

道路橋の鉄筋コンクリート床版の損傷が報告されてからこれまでの間、各公共機関、大学、民間にわたり、多くの研究が行われ、床版の損傷メカニズムの解明について一定の成果が得られている。設計方法についても、研究成果を反映して基準の改訂が繰り返し行われ、完成度の高いものになっている。また、鉄筋コンクリートの損傷や劣化についても、先人達の研究によって、多くの知見が得られており、材料、施工の影響を十分に配慮した耐久性照査型の設計基準が施行されている。

一方、これまでに蓄積された膨大な社会資本ストックに対する維持管理費用の増大が予想されており、補修・補強・更新などの維持管理は効率的になさなければならぬというまでもなく、道路橋床版ももちろん例外ではない。これまで重交通下で損傷を受けたものについては鋼板接着や増厚、増し桁などの方法で補修・補強されたものも多いが、今後、適切な維持管理をされないまま建設後 30 年以上経過するような床版も多くなることが予想される。

本ワーキンググループでは、鉄筋コンクリート床版の耐久性確保と、将来の維持管理の効率化の観点から、鉄筋コンクリート床版の損傷例とその原因、疲労損傷メカニズムの解明などに関する知識を整理したうえで、維持管理計画の策定に補助的に利用できるツールとして既設床版の状態をおおまかに把握するための簡易判定表を提案し、既設床版の初期状態を把握するために必須の床版の仕様を利用価値の高いデータベースとして残していくことが重要と考え、その一例を提案することを目標に活動したので、ここに報告する。

3. 2 床版耐久性に関する参考文献調査

道路橋の鉄筋コンクリート床版は昭和 40 年代後半から、床版下面のひび割れとコンクリート剥落が認められるようになり、鉄筋は健全であるにもかかわらずコンクリートのみが陥没する現象が発生した。これを受けて道路橋示方書が昭和 47 年に改訂され、最小床版厚が 16cm 以上、床版支間長が 3.6m 以下、主鉄筋量の 70% 以上、鉄筋許容応力度に余裕を、等の基準改定がなされた。さらに、昭和 53 年には建設省通達として「道路橋鉄筋コンクリート床版の設計・施工について」が示され、交通量と付加曲げモーメントにより床版厚を決めること、床版支間長を 3m 以下とすること、とされた。これらの基準改定により床版の疲労耐久性は向上したが、現行の道路橋示方書で設計された床版であっても、荷重、環境、施工等の条件によっては疲労劣化の可能性があることがわかっている。

我々は道路橋の鉄筋コンクリート床版に対し、これまでの設計手法の変遷、研究テーマの変化、損傷の状況、施工の実態を把握し、今後の設計施工に対する課題を抽出するために、これまでに行われた調査研究に関する文献の調査を行った。本項はその調査結果を 1 次調査として各文献毎に整理し、この中から「損傷（疲労劣化）の要因」「損傷メカニズムの解明」「床版の設計施工に関する今後の対応手法」等に関する重要文献を 2 次調査シートに整理し、報告するものである。

3. 2. 1 調査対象

道路橋鉄筋コンクリート床版に関する文献を以下のポイントに着目し収集した。

- ・ 損傷事例報告
- ・ 損傷メカニズムの解明（各種実験や解析の報告を含む）
- ・ 設計手法（変遷、問題提起、提案）
- ・ 劣化予測、劣化判定、損傷検出手法
- ・ 補修補強工法（報告、提案）
- ・ 防水工等の環境条件対策

3. 2. 2 調査範囲

文献調査の範囲は、道路橋床版の損傷が報告され始めた昭和 40 年（1965）以降現在に至るまでを対象とした。また、道路橋技術報告として当時から発行されている以下の文献を対象とした。

- ・ 橋梁と基礎 (1965～2003)
- ・ 土木学会誌 (1965～2003)
- ・ 土木学会論文集 (1961～2003)
- ・ 土木学会年次学術講演会概要集 (1968～2003)
- ・ 構造工学論文集 (1965～2003)
- ・ コンクリート工学年次論文報告集 (1980～2003)

3. 2. 3 調査範囲外の参考文献

文献調査の範囲外において、道路橋床版の損傷に関する様々な報告書が刊行されている。以下に代表的な文献、報告書を列記するので、あわせて参考としていただきたい。

- ・既存橋梁の耐荷力と耐久性 昭和 60 年 7 月
土木学会関西支部
- ・鋼橋床版シンポジウム講演論文集 第 1 回 平成 10 年 11 月 土木学会
- ・道路橋床版シンポジウム講演論文集 第 2 回 平成 12 年 10 月 土木学会
- ・道路橋床版シンポジウム講演論文集 第 3 回 平成 15 年 6 月 土木学会
- ・道路橋床版の新技术と性能照査型設計 平成 12 年 10 月 土木学会
- ・コンクリート診断技術 [基礎編] 日本コンクリート工学協会
- ・ // [応用編] 日本コンクリート工学協会
- ・北海道における鋼道路橋の設計および施工指針 平成 7 年 12 月
北海道土木技術会鋼道路橋研究委員会
- ・RC 床版の初期欠陥とその改善策に関する研究報告書 昭和 55 年 3 月 阪神高速道路公団
- ・RC 床版の初期欠陥とその改善策に関する調査研究 (その 2) 報告書第 1 部 昭和 56 年 3 月 阪神高速道路公団
- ・床版の設計の変遷と特性編 平成 10 年 3 月
日本橋梁建設協会
- ・鋼橋の損傷と点検 平成 12 年 5 月
日本橋梁建設協会
- ・土木構造物の性能設計ガイドライン 平成 13 年 10 月
日本鋼構造協会

3. 2. 4 調査結果の報告

(1) 1次調査

対象文献の中から調査対象に該当する文献をピックアップし、表形式一覧表（マイクロソフト エクセル）に文献毎に整理した。なお、ピックアップした文献の中には対象外である「PC床版」「I型鋼格子床版」「鋼コンクリート合成床版」に関するものもいくつか含んでいることをご了解いただきたい。

データ項目は以下の通り。

- ・文献名
- ・著者名
- ・出典（文献名称，発行年，号，頁）
- ・分類（該当するキーワードに「1」を記し，検索時に配慮した。）
 - 実験報告（実橋載荷，版輪荷重，版定点疲労，版耐荷力，梁疲労，梁耐荷力）
 - 解析
 - 設計方法（曲げモーメント，その他断面力，試設計，主桁作用）
 - 総括（教科書的記述）
 - 損傷事例
 - 施工報告（新設，補修，補強）
 - その他
- ・概要（100文字程度で簡潔に概要を示す。）
- ・WG担当者氏名

データ件数は以下の通り。

- | | |
|------------------|---------|
| ・橋梁と基礎 | (63 件) |
| ・土木学会誌 | (6 件) |
| ・土木学会論文集 | (25 件) |
| ・土木学会年次学術講演会概要集 | (204 件) |
| ・構造工学論文集 | (29 件) |
| ・コンクリート工学年次論文報告集 | (89 件) |

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に"1"を記入)													概要(結論)		
			名称	年	回号	頁	実験報告					設計方法			総括教科書的記述	施工報告			その他(任意に記述)			
							実橋載荷	版輪荷重	版定載荷	版耐荷力	梁耐荷力	他	解析	曲げM		他断面力	試験設計	主桁作用			損傷事例	新設
1	老朽化した鋼橋の床版その他の補修例	戸塚誠、塩原功、太田実	橋梁と基礎	1967	12	25-31												1		1		3橋の補修事例(鋼床版化)の報告。損傷原因についての記述はない。補修内容とその施工。
2	道路橋床版の問題点	国広哲男	橋梁と基礎	1968	7	1-5												1	1			床版の破損状況をもとにした問題提起。クラックの発生原因には触れていないが、発生後は、配力筋不足、輪荷重、主桁不等沈下などで破損に至ると記述。
3	橋梁上部工の破損の実態	国広哲男、太田実	橋梁と基礎	1968	11	1-4												1				橋梁の破損状況の統計。損傷原因に対する詳しい記述はない。かぶり不良、潮風に触れた程度。
4	道路橋床版の補強について思うこと —鋼板接着による鉄筋コンクリート床版の補強—	国広哲男	橋梁と基礎	1969	3	6-10												1			1	基礎的実験を通して鋼板接着による補強方法の実用化の見通しと施工性など問題点を記述している。
5	床版の破損と対策	太田実	橋梁と基礎	1970	10	30-33												1			1	床版の破損原因については、荷重条件の変化と構造上の問題に分けている。構造上では、配力筋不足を指摘している。維持補修についても記述有り。
6	鉄筋コンクリート床版補強工事の施工例と補強の効果 —一般国道11号線 郷東橋—	沢井広之、高橋賢、山下義之	橋梁と基礎	1972	4	11-17	1											1	1		1	本橋における床版破損の原因を①桁の不等沈下②配力筋不足③過大な輪荷重と考察している。補強方法は不等沈下を減少させるため縦桁などを追加。床版クラックには、樹脂注入工法を採用している。
7	弘法橋の床版	山科喜一、佐藤正昭	橋梁と基礎	1973	3	14-20	1													1		上路トラス橋の床版に、弾性不等沈下による付加曲げモーメントを考慮することを提案している。
8	点検・欠陥・判定・補修など —床版—	太田実	橋梁と基礎	1974	10	44-47												1				床版破損に関係をもつと考えられる因子と対策、また点検項目と関連因子などをまとめている。初期クラックは乾燥収縮によると記載あり。
9	兼山橋における既存コンクリート床版の鋼床版による補修	渡辺昇、城原徹	橋梁と基礎	1975	1	40-45	1												1	1		損傷原因についての記述はなく、補修方法と補修効果の報告。(補修後(鋼床版)の載荷実験)
10	明治橋の補修、および拡幅工事	松本安彦、多田光輝	橋梁と基礎	1975	6	17-20														1		損傷原因についての記述はなく、補修方法と補修効果の報告。
11	コンクリート構造物のひび割れ制御	F.Leonhardt	橋梁と基礎	1977	2	1-7												1				コンクリート構造物のひび割れ要因、種類について整理されており、ひび割れ幅制御方法について論説されている。
12	コンクリート構造物におけるせん断に関する諸問題(上)	F.Leonhardt	橋梁と基礎	1977	4	1-8												1	1			コンクリート構造物における終局せん断強度に関する研究報告。特にトラスアナロジー理論について詳細に論説している。(上編)
13	コンクリート構造物におけるせん断に関する諸問題(下)	F.Leonhardt	橋梁と基礎	1977	5	1-7												1	1			コンクリート構造物における終局せん断強度に関する研究報告。特にトラスアナロジー理論について詳細に論説している。(下編)
14	床版の防水工に関する一考察	水上甲次	橋梁と基礎	1978	9	41-47												1				橋梁床版の防水工の必要性和記述時点で実施されている工法の実施例とその問題点などが報告されている。
15	鋼繊維コンクリートを用いた打ち重ね床版補強—一般国道43号辰巳橋—	竹本明朝、福田収	橋梁と基礎	1980	11	25-32															1	辰巳橋の床版補強に、SFRCによる打ち重ね床版工法を試験的に施工し、実橋計測により補強効果を確認している。
16	鋼製型枠合成床版を用いた合成桁の設計・施工	新津敬治、大貫一生、浅島弘光、落合正利	橋梁と基礎	1980	11	42-49														1		首都公団にて合成床版が初めて適用された橋梁工事の設計・施工上の特徴、問題点について報告されている。
17	交通供用下での分割施工されるコンクリート床版の耐荷力	金井道夫、白浜浩、平山伸司、梶村雄佑	橋梁と基礎	1982	5	13-20																供用下の床版打換え工事を分割施工するにあたり、交通振動がコンクリートの強度・耐久性に及ぼす影響について実験的検討を報告している。
18	コンクリート床版の改善に対する一考察—ひび割れ制御用最小鉄筋量、モデレートプレストレス、防水工—	成井信、坂手道明、上阪康雄	橋梁と基礎	1983	2	9-13													1			床版に発生するひび割れについて概説し、初期ひび割れの防止対策としてモデレートプレストレスの導入の提案、断熱養生の必要性等について説明している。

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に「1」を記入)													概要(結論)				
			名称	年	回号	頁	実験報告						設計方法			施工報告			その他(任意に記述)					
							実橋載荷	版輪荷重	版定点点疲労	版耐荷力	梁疲労	梁耐荷力	他	解析	曲げM	他断面力	試験計	主桁作用			総括教科書的記述	損傷事例	新設	補修
19	鋼橋RC床版の破損機構に関する一考察—大型疲労試験機による移動繰返し試験結果—	後藤祐司	橋梁と基礎	1983	8			1															人為ひび割れを発生させた床版の移動荷重による疲労試験により、床版損傷機構について考察。また、床版損傷対策についてもまとめている。	
20	RC床版の破損防止とPCC床版	今井広典、水元義久	橋梁と基礎	1983	8									1									阪公における床版損傷の調査研究の概要とプレキャストPC床版とRC床版を合成したPCC床版の紹介。RC床版の損傷問題は床版下面のひび割れ問題として評価される。	
21	増設桁による床版補強の載荷試験	飯井裕嗣	橋梁と基礎	1983	8		1	1															床版の破壊性状は定位置載荷試験と走行荷重試験とでは異なる。縦桁及び横桁増設による補強は、床版たわみ制御、主鉄筋応力の改善面で補強効果大。	
22	鉄筋コンクリート床版の補修・補強	園田歳文	橋梁と基礎	1983	8		1														1	1	名神高速道路における、縦桁増設工法、鋼板接着工法、床版増厚工法の試験研究結果と実施例の紹介。	
23	I形鋼格子床版による床版の打替え	橋川篤	橋梁と基礎	1983	8																	1	千住大橋(旧橋、新橋)における、I形格子床版による床版打換え工事の紹介。	
24	プレキャスト鉄筋コンクリート床版の実験	大田実	橋梁と基礎	1983	9	20-27		1	1														プレキャストRC床版の実験報告。静的載荷試験、輪荷重による繰返し載荷試験により性能、耐力、安全性を確認している。	
25	鋼床版パネルによるコンクリート床版橋の復旧	大日方忠勝、森国夫	橋梁と基礎	1985	4	41-45																1	鋼床版パネル工法を用いたRC床版の取替え工事(3橋)の施工報告。	
26	不完全合成桁橋の合理的設計	佐々木孝、小松定夫	橋梁と基礎	1986	5	23-28																1	ずれ止めの弾性変形を考慮した合成桁橋の設計方法として、合成効果低減係数を用いたICI法を提案。	
27	床版の設計	石橋忠良、米田利博	橋梁と基礎	1986	6	43-49																1	コンクリート橋の床版の設計方法と設計例の紹介。	
28	合成桁床版の昼間交通開放可能な打替え工法の基礎実験	竹村泰弘、富沢三郎、斉藤光男、石川一美	橋梁と基礎	1986	7	31-38																1	交通規制間にプレキャスト合成床版と軸力伝達装置を用いて、合成桁の旧床版打換えを行う工法を提案。基礎実験結果を報告している。	
29	合成桁橋の力学性状の設計曲げモーメント	佐々木孝、小松定夫	橋梁と基礎	1986	7	39-43								1									床組構造を有する合成桁橋の床版設計曲げモーメント式の提案。	
30	合成箱桁橋床版の設計曲げモーメント	小松定夫、佐々木孝	橋梁と基礎	1986	9	35-40								1									床組構造を有する合成箱桁橋の床版設計曲げモーメント式の提案。	
31	鉄筋コンクリート床版の設計	堀信司	橋梁と基礎	1987	5	46-50																1	RC床版の設計に関して、道示、指針規定の解説と設計例。	
32	合成桁におけるひび割れ幅制御の問題	K.Roik, G.Hanswille, (訳) 伊藤敏一, 平城弘一	橋梁と基礎	1988	5	21-29																1	1	プレストレスしない連続合成桁におけるひび割れ幅制御の簡単な照査法を提案している。
33	合成床版を採用した西栗橋のその後の経過	田村達、竹内伊三、丸岡祐一、初沢寿夫	橋梁と基礎	1988	11	12-16																	西栗橋は我が国で初めて車道に合成床版を採用した橋梁である。18年経過した合成床版、鋼桁の調査報告。	
34	損傷した非合成桁RC床版の打換え設計例	竹村泰弘、荒瀬美喜夫、房野幸弘	橋梁と基礎	1989	1	19-27																1	1	非合成桁のRC床版の打換え事例の報告。
35	膨張コンクリートを使用した鋼橋RC床版の特性	風間徹、増田隆、木曾茂	橋梁と基礎	1991	9	13-20																1	1	膨張コンクリート床版を試験施工した鋼橋5橋についての約10年間の調査、計測結果の報告。
36	道路橋に用いる床版防水工の性能	宮川豊章、浜田信彦、瀬戸口嘉明、山梨安弘	橋梁と基礎	1991	9	21-29																1	20年経過した床版防水層の調査結果の報告。	

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に"1"を記入)														概要(結論)					
			名称	年	回号	頁	実験報告						設計方法				施工報告			その他 (任意に記述)						
							実橋載荷	版輪荷重	版定点点疲労	版耐荷力	梁疲労	梁耐荷力	他	解析	曲げM	他断面力	試設計	主桁作用	総括教科書的記述			損傷事例	新設	補修	補強	
37	老朽化した鋼橋床版の打換え —東名高速道路小山高架橋—	青山實伸, 芹川博, 長浜勲	橋梁と基礎	1992	8	157-158																			1	RC床版から合成床版への打換え工事の施工報告。
38	合成桁におけるひび割れ幅の制限	K.Roik, G.Hanswille, (訳) 伊藤敏一, 平城弘一	橋梁と基礎	1993	2	33-40																	1	1	プレストレスしない連続合成桁の設計簡略化のための研究報告および計算例。	
39	交通開放下における短期間大規模床版打換え工事 (澁尾大橋)	島津敏行, 水野悦司, 武井博久, 太田俊英, 吉川隆司	橋梁と基礎	1993	3	17-21																			1	RC床版からプレキャスト床版への打換え工事の施工報告。
40	床版の補修・補強の概要	桧貝勇	橋梁と基礎	1994	8	105-108																			1	各種補強方法の概要(上面増し厚工法、下面増し厚工法、床版打換え工法)
41	床版上面増し厚および伸縮装置の嵩上げ	国原博司, 七崎洋悦	橋梁と基礎	1994	8	109-110																			1	上面増し厚工法による補強工事の施工報告。
42	アンダーデッキパネルによるRC床版の補強(楯大橋)	吉兼秀典, 島田淳次, 原田俊作, 新田芳孝	橋梁と基礎	1994	8	111-112																			1	アンダーデッキパネルによる補強工事の施工報告。
43	床版撤去敷設機による床版の取換え(古川渡橋)	土井俊作, 笹井幸男	橋梁と基礎	1994	8	117-118																			1	床版撤去敷設機によるRC床版からプレキャスト床版への打換え工事の施工報告。
44	交通開放下での合成桁橋の床版打換え	石田秀成, 山本博文, 斉木聖二, 新田芳孝, 細谷均	橋梁と基礎	1994	8	119-120																	1		1	合成桁のプレキャスト床版への打換え工事の施工報告
45	中央自動車道古川渡橋における床版取換え —塩害を受けたRC床版からプレキャストPC床版へ—	笹井幸男, 松本吉正, 佐藤雅則, 奥谷裕介	橋梁と基礎	1994	10	27-33																			1	塩害による床版の損傷状況、損傷機構、プレキャストPC床版への打換え工事の設計、施工報告。
46	床版の技術開発 —耐久性の向上、施工合理化—	松井繁之	橋梁と基礎	1997	8	84-94	1																		1	床版の損傷種類、疲労損傷機構、疲労寿命、床版の疲労耐久性向上、長支間床版に対する対策、プレキャスト床版の問題点、合成床版
47	鋼橋の床版① 床版とはなにか	松井繁之, 西川和廣, 大田孝二	橋梁と基礎	1998	4	47-53																			1	鋼橋床版の定義、種別、歴史、道示設計曲げ
48	鋼橋の床版② RC床版とその損傷	松井繁之, 西川和廣, 大田孝二	橋梁と基礎	1998	5	49-53	1																		1	床版の損傷メカニズム、輪荷重走行試験機による疲労実験
49	鋼橋の床版③ RC床版とその損傷(その2)	松井繁之, 西川和廣, 大田孝二	橋梁と基礎	1998	6	47-50																			1	骨材化現象、床版の損傷メカニズム、損傷した床版の補強
50	鋼橋の床版④ I形鋼格子床版	松井繁之, 西川和廣, 大田孝二	橋梁と基礎	1998	7	45-51																			1	I形鋼格子床版の歴史、設計、疲労耐久性
51	損傷した道路橋床版の炭素繊維シートによる補強効果に関する実験的研究	星島時太郎, 坂井広道, 太田黒博文, 松井繁之	橋梁と基礎	1998	9	23-28		1																	1	炭素繊維シート接着で補強した供試体への輪荷重載荷試験による実験報告。
52	鋼橋の床版⑤ プレキャスト床版	松井繁之, 西川和廣, 大田孝二	橋梁と基礎	1998	9	36-41																			1	プレキャスト床版の分類
53	鋼橋の床版⑥ 鋼床版(その1)	松井繁之, 西川和廣, 大田孝二	橋梁と基礎	1998	10	51-56																			1	鋼床版の歴史、溶接部の疲労対策
54	鋼橋の床版⑦ 鋼床版(その2)	松井繁之, 西川和廣, 大田孝二	橋梁と基礎	1998	11	49-53																			1	鋼床版の疲労調査、アスファルト舗装の劣化対策

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に"1"を記入)												概要(結論)							
			名称	年	回数	頁	実験報告						設計方法			総括教科書的記述	施工報告			その他(任意に記述)						
							実橋載荷	版輪荷重	版定點疲労	版耐荷力	梁疲労	梁耐荷力	他	解析	曲げM		他断面力	試験設計			主桁作用	損傷事例	新設	補修	補強	
55	鋼橋の床版⑧ 合成床版	松井繁之,西川和廣,大田孝二	橋梁と基礎	1998	12	41-47											1									合成床版(ロビンソ型)の歴史、設計、構造細目
56	鋼橋の床版⑨ 既存橋梁床版の維持管理(その1)	松井繁之,西川和廣,大田孝二	橋梁と基礎	1999	1	53-58																				床版の損傷度の判定法 各道路管理機構の判定基準の比較
57	鋼橋の床版⑩ 既存橋梁床版の維持管理(その2)	松井繁之,西川和廣,大田孝二	橋梁と基礎	1999	2	45-51																	1	1		各種補修、補強工法の概要
58	鋼橋の床版⑪ 鋼橋床版の各国での取り組みとこれからの床版	松井繁之,西川和廣,大田孝二	橋梁と基礎	1999	3	37-45																				カナダの鉄筋なし床版、ドイツの床版設計法
59	既設鉄筋コンクリート床版の補修・補強に関する検討	松尾伸二,西川和廣,内田賢一,川間重一	橋梁と基礎	2000	11	25-32	1																	1	1	無補強および、鋼板接着、上面増し厚、炭素繊維シート接着で補強した供試体への輪荷重載荷試験による実験報告。
60	Hanswille教授に聞く	GerhardHanswille 長井正嗣,家村剛	橋梁と基礎	2000	11	33-39																				ひび割れ幅制御設計、プレストレスしない連続合成桁
61	鋼橋床版の性能照査型設計法	大田孝二,川畑篤敏,小林潔	橋梁と基礎	2001	6	27									1		1									性能照査型設計法への理解を深めることを目標とし、具体的な性能照査型設計の例として鋼橋床版の設計法を紹介している。
62	道路橋床版の上面増厚工法、下面シート接着工法および両者を併用したサンドイッチ工法の疲労耐久性評価	川西寛,堀川都志雄,松井繁之,西川和廣	橋梁と基礎	2001	9	25	1	1	1																	昭和39年道示により設計された橋梁群(国道23号)の床版補強工事として、上面増厚工法、下面シート接着工法、および両者を併用したサンドイッチ工法による力学的効果を輪荷重走行試験機による疲労実験で実証した。
63	名岐道路へのRC床版連続合成桁の適用	大内博男,森成頭,中山裕昭	橋梁と基礎	2003	6	26																		1		RC床版連続合成桁の適用した名古屋高速道路の設計条件、設計例、およびスタッド周辺の床版コンクリート充填性確認について述べられている。
	2003.10月まで調査																									

No	文献名	著者名	出典			分類(該当キーワード部に"1"を記入)															概要(結論)								
			名称	年	回号	頁	実験報告					設計方法					総括教科書的記述	施工報告				その他(任意に記述)							
							実橋載荷	版輪荷重	版定点疲労	版耐荷力	梁疲労	梁耐荷力	他	解析	曲げM	他断面力		試設計	主析作用	損傷事例			新設	補修	補強				
1	支持桁のたわみを考慮した鋼道路橋の鉄筋コンクリートの床版の曲げモーメントについて	佐藤 進・成岡 昌夫	土木学会誌	1970	3	110																							「土木学会論文報告集 第175号,S45年3月」の内容紹介
2	実物大鋼格子床版のRC床版との比較における版特性と耐荷力に関する実験的研究	前田 幸雄・松井 繁之	土木学会誌	1970	9	70-71				1																		「土木学会論文報告集 第181号,S45年9月」の内容紹介	
3	道路橋RC床版の設計曲げモーメント式に関する一考察	〃	土木学会誌	1976	8	3																						「土木学会論文報告集 第252号 pp.11~22,1976年8月」の内容紹介	
4	鋼道路橋コンクリート床版の現状と動向	鋼構造委員会、鋼構造進捗調査小委員会	土木学会誌	1985	2	57															1							コンクリート床版の特徴と現状、劣化について 新形式床版の実施例と展望、課題について	
5	コンクリート床版点検に自動計測車「テクノ・チェッカー」を開発	大内雅博ら	土木学会誌	1993	6	10-12																						首都公団にて開発したコンクリート床版の点検計測車両の紹介(0.2mm幅のクラックが検出可能)	
6	橋梁マネージメントシステム	佐藤弘史	土木学会誌	2000	2	44-45																						土建による健全度評価方法の橋梁マネージメントシステム(BMS)の概要説明	
	2003.10月まで調査																												

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に“1”を記入)													概要(結論)						
			名称	年	回号	頁	実験報告					設計方法			総括教科書的記述	施工報告			その他(任意に記述)							
							実橋載荷	版輪荷重	版定点疲労	版耐荷力	梁疲労	梁耐荷力	他	解析		曲げM	他断面力	試験計			主桁作用	損傷事例	新設	補修	補強	
1	1961-1969 対象なし		土木学会論文集																							
2	支持桁のたわみを考慮した鋼道路橋の鉄筋コンクリートの床版の曲げモーメントについて	佐藤進、成岡昌夫	土木学会論文集	1970	175	1-13								1												支持桁のたわみを考慮した設計曲げモーメント式の提案
3	実物大鋼格子床版のRC床版との比較における板特性と耐荷力に関する実験的研究	前田幸雄、松井繁之	土木学会論文集	1970	181	1-14			1	1																開床式鋼格子床版の耐荷力試験結果報告
4	1971-1973 対象なし		土木学会論文集																							
5	鉄筋コンクリートスラブの押抜きせん断耐力に関する実験的研究	角田与史雄、井藤昭夫、藤田嘉夫	土木学会論文集	1974	229	105-115				1																鉄筋コンクリートスラブの押抜きせん断試験報告
6	1975 対象なし		土木学会論文集																							
7	道路橋RC床版の設計曲げモーメント式に関する一考察	前田幸雄、松井繁之	土木学会論文集	1976	252	11-22								1												昭和48年改訂の曲げモーメント式に対し、直交異方性を考慮した設計式を提案。
8	1977 対象なし		土木学会論文集																							
9	道路橋床版の輪荷重直下の応力の算定について	園田恵一郎、堀川都志雄	土木学会論文集	1978	273	15-22																				舗装による荷重の分散に対する提言
10	1979-1981 対象なし		土木学会論文集																							
11	RCスラブの疲労押抜きせん断強度に関する基礎的研究	角田与史雄、藤田嘉夫	土木学会論文集	1982	317	149-157			1																	定点疲労試験の報告
12	道路橋鉄筋コンクリート床版のひび割れ損傷と疲労性状	岡田清、岡村宏一、園田恵一郎、島田功	土木学会論文集	1982	321	49-61		1																		移動載荷実験と解析により、ひび割れ損傷が自動車荷重の移動による広義な疲現象であるとして疲労破壊機構の究明を行った。乾燥収縮と雨水浸入が主要因。3次元的な応力集中に起因して発生する進行性のひび割れの防止が重要。
13	道路橋の鋼板・コンクリート合成床版のずれ止めの設計に対するせん断有効幅	園田恵一郎、堀川都志雄、広瀬清泰	土木学会論文集	1983	338	1-9								1												一般的な道路橋の鋼板・コンクリート合成床版のせん断有効幅を提案。付着せん断強度の設計計算のために導入した。剛ジベルが対象で、柔ジベルでは補正が必要。
14	鉄筋コンクリート床版の乾燥収縮ひび割れに関する研究	今井宏典、岡田清、児島孝之、水元義久	土木学会論文集	1983	340	175-184																				乾燥収縮ひび割れ発生に及ぼす影響、発生機構について、経年変化、鋼桁・鉄筋の拘束をモデル化した解析。材料・構造面から対策を検討。
15	鉄筋コンクリート床版の押抜きせん断耐力の評価式	前田幸雄、松井繁之	土木学会論文集	1984	348	133-141								1	1											既往の試験データから静的押抜きせん断耐力の算定式を提案した。ダウエル効果を採り入れた。適用範囲は道示RC床版。
16	道路橋RC床版の劣化度判定法の一提案	松井繁之、金子俊一	土木学会論文集	1986	10	419-426		1	1																	RC床版の活荷重たわみが劣化過程判定の有効な指標として見出す。使用限界をたわみにより定義する。たわみの劣化度判定法の提案。ひび割れ密度による劣化度の判定。
17	RC床版の耐用性評価システムに関する基礎的研究	白石成人、吉田均、馬野元秀、川上宏一郎	土木学会論文集	1987	10	285~																				耐用性を評価するシステムの開発。評価指標として損傷パターン、損傷進行パターン、損傷原因を挙げている。
18	輪荷重反復作用下での道路橋RC床版の低サイクル疲労特性	園田恵一郎、堀川都志雄	土木学会論文集	1988	2	97-106		1	1																	過積載の自動車の反復走行が疲労に与える大きな要因ととらえ、実橋1/3スケールのモデルに対して低サイクル疲労実験を行い、ひび割れの進展、鉄筋応力の変化、たわみの増大に与える、荷重、走行回数、スパン、配筋を調査。

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に"1"を記入)														概要(結論)				
			名称	年	回号	頁	実験報告						設計方法				総括教科書的記述	施工報告				その他(任意に記述)			
							実橋載荷	版軸荷重	版定点疲労	版耐荷力	梁疲労	梁耐荷力	他	解析	曲げM	他断面力		試験設計	主桁作用	損傷事例			新設	補修	補強
19	道路橋RC床版に対する鋼板接着補強工法の信頼性に関する研究	園田恵一郎、沖野真、林秀侃、吉田浩	土木学会論文集	1988	10	245~		1																	鋼板接着工法による補強床版の輪荷重走行の下での力学特性を明らかにする。無補強に過積載の実働走行させ、ひび割れを発生させて、損傷度の異なる時期に鋼板接着をし、その後の力学挙動の変化を調べる。
20	ファジネスを考慮したコンクリート床版の最適かぶり厚さについて	小山健、荒井達也、中山隆弘	土木学会論文集	1993	4	47~54																			コンクリート構造物の早期劣化のひとつの要因として、コンクリートの炭酸化が挙げられる。耐用年数としての耐久性を鉄筋表面の腐食の発生を限界としてとらえ、コンクリート床版の最適なかぶり厚さの決定に関する設計法を提案する。その時に、自然環境の影響を処理する方法としてファジネス処理を取り込んだ。費用の大きな場合にはかぶり厚さを大きめに設計することが経済化につながる事が指摘できる。
21	遺伝的アルゴリズムとニューラルネットワークを用いたRC床版の耐用性評価における知識獲得支援手法	吉田均、渡邊英一、賀建紅	土木学会論文集	1996	4	145~152																			RC床版の耐用性評価に関する知識の増加、知識ベースの拡大に対しての、ルールベースの改良・保守の効率的な知識獲得支援手法として、遺伝的アルゴリズムとニューラルネットワークとの融合モデルを用いることにより、ファジィ推論ルールを自動的に獲得する手法を提案する。
22	23年供用したRC床版の損傷実態・残存疲労寿命と維持管理との関係に関する基礎的研究	石井孝男、谷倉泉、庄中憲、國原博可、松井繁之	土木学会論文集	1996	4	155~166	1																		実橋から採取した床版の断面調査、材料試験、ひび割れ調査等によってその施工実態および損傷実態を明らかにするとともに、静的載荷実験による残存耐荷力の確認および輪荷重走行試験機による疲労実験を行い、残存疲労寿命のS-N曲線を求め、実験床版と比較した。
23	軸方向にプレストレスされた床版を有する連続合成桁中間支点部の挙動に関する実験的研究	三輪寛、依田照彦、熊谷洋司、相場充	土木学会論文集	1998	1	255~265																			プレキャスト床版を有する連続合成桁に着目し、支点上の負曲げによるひび割れ対策として、部分的にプレテンションやポストテンション形式で床版に橋軸方向プレストレスを導入する合成桁の基本的な力学性状を把握するために、静的負曲げ載荷試験を行い、耐荷力、ひび割れ性状を比較検討した。
24	橋軸方向プレストレスしたコンクリート床版の走行荷重に対する疲労耐久性に関する研究	東山浩士、松井繁之	土木学会論文集	1998	10	79~90		1																	PC床版の疲労耐久性に関して、プレストレスと疲労耐久性の相関関係が明らかになっておらず、寿命予測、疲労設計を行うための基礎資料を提示する。プレストレス導入によって変化するパラメータを考慮したPC床版の押抜きせん断耐力算定式に、PC鋼材のダウエル効果を仮定し、考慮した算定式を提案。
25	2方向支持されたRC床版の劣化機構と耐久性評価法に関する研究	石崎茂、松井繁之	土木学会論文集	2003	7	257~270		1																	2方向支持された長支間RC床版の輪荷重の走行による劣化機構や疲労耐久性を解明するために、輪荷重走行試験機による疲労試験を実施した。2方向支持RC床版の輪荷重の繰り返し走行による剛性低下機構を評価する新たな耐久性評価法を提案。

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に「1」を記入)													概要(結論)						
			名称	年	回号	頁	実験報告						設計方法			総括教科書的記述	施工報告				その他(任意に記述)					
							実橋載荷	版輪荷重	版定点疲労	版耐荷力	梁疲労	梁耐荷力	他	解析	曲げM		他断面力	試設計	主桁作用			損傷事例	新設	補修	補強	
1	合成トラス床版の有効幅について	倉田, 安岡	土木学会年講	1968	I	571-572												1								合成トラス床版に関する応力解析
2	鋼道路橋鉄筋コンクリート床版の曲げモーメントに関する研究	成岡, 佐藤	土木学会年講	1968	I	573-574												1								道路橋床版の設計曲げモーメント式の提案
3	格子床版の施工について	三瀬, 城野, 桑原, 梶本	土木学会年講	1968	I	605-606																1				格子床版の設計・施工に関する検討結果。
4	直交異方性長方形版の弾塑性曲げ	色部	土木学会年講	1969	I	59-62																				解析法の提案
5	版厚方向の塑性領域の広がりを考慮した単純支持正方形版の弾塑性解析	山崎, 太田, 坂本	土木学会年講	1969	I	63-66																				解析法の提案
6	Membrane Action を有する矩形板およびリブ付き板の3次元的弾塑性解析法	岡村	土木学会年講	1969	I	67-70																				解析法の提案
7	無梁板構造の影響面解析	山崎,	土木学会年講	1970	I	279-280																				解析法の提案
8	リブ付き板の弾塑性立体解析	岡村, 吉田, 進藤	土木学会年講	1970	I	305-306																				解析法の提案
9	Membrane Action を有する矩形板の弾塑性解析	岡村, 吉田	土木学会年講	1970	I	309-312																				解析法の提案
10	小形I形鋼を主部材にしたプレキャスト床版の実験的研究	荒川, 駿河, 堤	土木学会年講	1971	I	519-520																				プレキャスト床版の継手に着目した静的載荷試験(単純版と連続版)。たわみ性状に着目。
11	コンクリートサンドウィッチ鋼床版とその合成桁の実験的研究	前田, 松井, 堤	土木学会年講	1971	I	521-524																				サンドウィッチ床版の静的耐荷力およびサンドウィッチ床版を用いた合成桁の耐力性状の研究。
12	鉄筋コンクリート床版のたわみ解析	倉田, 園田, 堀田	土木学会年講	1971	I	525-528																				解析法の提案
13	新橋(プレハブ格子床版合成桁)の施工と現場実験について	前田, 平田, 岩花, 山田	土木学会年講	1973	I	621-622	1																			現場載荷による性能確認実験。
14	FRPコンクリート合成床版の実験について	中村, 栗田, 赤尾	土木学会年講	1973	I	635-638																				FRPコンクリート合成梁の耐荷力試験。ひび割れに関する検討有り。
15	コンクリートサンドウィッチ床版鋼床版の疲労試験	前田, 松井	土木学会年講	1973	I	307-308																				サンドウィッチ床版の定点疲労試験。鋼板のひび割れに関する検討有り。
16	鉄筋コンクリート床版の変形特性と極限強度について	倉田, 園田, 大内	土木学会年講	1973	I	308-309																				解析法の提案
17	鉄筋コンクリート床版に関する2, 3の考察(その3)	前田, 松井	土木学会年講	1973	I	321-322																				桁の不等沈下によるRC床版の損傷に着目した解析的研究。
18	サンドウィッチ鋼床版(KOSWECK)の実験的研究(第1報)	吉田, 駿河, 堤	土木学会年講	1973	I	339-340																				サンドウィッチ合成床版の性能確認試験
19	道路橋RC床版のモーメント式に関する2, 3の考察	前田, 松井, 小島	土木学会年講	1974	I	157-158																				FEM解析により、設計曲げモーメント式を提案している。

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に"1"を記入)											概要(結論)							
			名称	年	回号	頁	実験報告					設計方法			総括教科書的記述	施工報告			その他(任意に記述)						
							実橋載荷	版軸荷重	版定点点疲労	版耐荷力	梁疲労	梁耐荷力	他	解析		曲げM	他断面力			試設計	主桁作用	損傷事例	新設	補修	補強
20	多主桁橋の床版支持桁の変形と床版応力の相関関係について	芳村, 菫澤, 高井	土木学会年誌	1974	I	161-162																			多主桁合成桁の床版応力解析
21	せん断力の影響を考慮したRC床版の極限解析	倉田, 園田, 岸本	土木学会年誌	1974	I	163-165																			解析法の提案
22	鋼コンクリート床版に関する研究	菊池, 加藤, 高木	土木学会年誌	1974	I	191-192																			鋼格子合成床版の耐力実験。ずれ止め構造をパラメータとしている。
23	サンドイッチ鋼床版の挙動に関する2, 3の考察	守, 中沖, 波田	土木学会年誌	1974	I	193-194																			サンドイッチ鋼床版の解析法の提案
24	道路橋床版の軸荷重点下の応力の評価	園田恵一郎, 倉田宗章, 堀川都志雄	土木学会年誌	1975	30-1	213-215																			舗装と床版を弾性体と考え、載荷荷重の分布を評価
25	道路橋RC床版のモーメント式に関する2,3の考察(その5)	松井繁之, 前田幸雄, 樋口孝	土木学会年誌	1975	30-1	216-217																			RC床版の配筋の差による直交異方性を考慮した曲げモーメント式と設計法を提案(床版支間が進行方向に平行な場合)。
26	拘束ひび割れをモデル化したスラブの曲げについて	堀孝司, 能町純雄, 角田与史雄	土木学会年誌	1975	30-1	218-219																			貫通ひび割れが生じている床版の曲げモーメント算出モデルを提案
27	連続合成桁中間支点上の床版引張応力の低減について	堀川清治, 前田幸雄, 中谷行博	土木学会年誌	1975	30-1	222-223																			連続桁の中間支点上で断続合成とした場合の曲げモーメント(床版軸力)の低減について
28	コンクリート内における異形鉄筋の交叉接合溶接部の疲れ強さについて	富沢三郎, 成瀬輝男, 神山達	土木学会年誌	1975	30-1	230-232																			異形鉄筋の交叉部でスポット溶接した場合のコンクリート内の鉄筋が、疲労上問題ないことを報告
29	I形鋼格子床版の疲れ強さ	内山茂文, 守国夫	土木学会年誌	1975	30-1	239-240																			I形鋼格子床版の疲労試験
30	多主桁合成桁の床版応力に関する一考察	小泉信男, 芳村仁, 菫澤憲吉	土木学会年誌	1975	30-1	263-264																			下横構や横桁が床版曲げモーメントに与える影響
31	厚いスラブのひび割れに関する数値実験	森茂義, 岡村宏一, 島田功	土木学会年誌	1975	30-1	265-267																			周面固定の厚板のひび割れに関する基礎的研究
32	グレーチングスラブの実験および解析	田中俊明, 菊池洋一, 近藤明雄	土木学会年誌	1975	30-1	268-269																			グレーチング床版の耐力試験、疲労試験。SFCの効果。
33	連続版の三次元応力解析	堀川都志雄, 園田恵一郎	土木学会年誌	1976	31-1	34-35																			厚板理論による解析の結果薄板理論と異なる性状が確認。
34	鋼・コンクリート合成板の三次元応力解析	広瀬清泰, 堀川都志雄, 園田恵一郎	土木学会年誌	1976	31-1	36-37																			サンドイッチ床版に上記を適用。
35	多主桁橋の床版応力に関する二、三の考察	関口信一郎, 芳村仁, 菫澤憲吉	土木学会年誌	1976	31-1	157-158																			多主桁の場合の横桁による曲げモーメントの影響
36	RC版の弾性応力について	堀孝司, 能町純雄, 角田与史雄	土木学会年誌	1976	31-1	161-162																			鉄筋とコンクリートを分離した弾性解を提案。
37	鉄筋コンクリート床スラブの弾塑性解析	上田正生, 内山武司, 土橋由造	土木学会年誌	1976	31-1	163-164																			積層要素を用いて段組成解析を実施。
38	鉄筋コンクリート床版のひびわれに関する研究	松井繁之, 前田幸雄	土木学会年誌	1976	31-1	165-166																			載荷点を移動せざる繰返し載荷試験が、実橋に近い破壊モードを示す。ひび割れが発生した床版は直交異方性が大きいことが確認された。

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に"1"を記入)													概要(結論)						
			名称	年	回号	頁	実験報告						設計方法			施工報告			その他(任意に記述)							
							実橋載荷	版軸荷重	版定点点疲労	版耐荷力	梁疲労	梁耐荷力	他	解析	曲げM	他断面力	試設計	主桁作用			総括教科書的記述	損傷事例	新設	補修	補強	
39	ひびわれ間隔を考慮したRCスラブの数値解析	森茂義,岡村宏一,島田功	土木学会年講	1976	31-1	167-168																				ひび割れを考慮した床版の応力状態を解析した
40	道路橋RC床版の補修補強に関する一考察	高木秀貴	土木学会年講	1976	31-5	141-142	1																1	1	損傷を受けた実橋のRC床版で載荷試験を行い、剛性(たわみ)とクラック密度の関係を求め、更に理論値からクラック密度を想定することから点検結果(クラック密度)から対策の可否を検討するチャートを提案した。	
41	RC版の変形に及ぼす配筋方向の影響	松井司,能町純雄,角田与史雄	土木学会年講	1976	31-5	143																			配筋方向が45度角度を持つ場合の性状を実験にて確認した。	
42	移動繰り返し荷重を受けるRC床版の劣化に関する一考察	藤井壮一,園田恵一郎,実松秀夫	土木学会年講	1976	31-5	185-186			1																定点繰り返しに対し、移動繰り返し載荷が実橋損傷床版のひび割れを再現する。配筋方向のひび割れは載荷位置に関係なく開くが、主筋方向ひび割れは載荷位置以外は開じない。このためコンクリートのすり減り現象が生じ劣化が進む。	
43	RC版の疲労強度に関する一研究	菅野直芳,能町純雄,角田与史雄	土木学会年講	1976	31-5	187			1																定点疲労試験より、S-N曲線を引いた。200万回疲労強度は静的強度の60%、95%破壊確率では54%となった。	
44	斜スラブの解析	森田泰生,小川泰造,安井淳治	土木学会年講	1977	32-1	67-68																			斜角のある版の解析	
45	RCスラブのひびわれに関する数値実験(続)	森芳秀,岡村宏一,島田功	土木学会年講	1977	32-1	80-81																			ひび割れを考慮した床版の応力状態を、桁の影響について	
46	鋼格子床版のひびわれと板性状について	松岡和巳,前田幸雄,松井繁之	土木学会年講	1977	32-1	82-83			1																I形鋼格子床版の、移動繰り返し載荷試験結果	
47	道路橋床版設計法の変遷について	松井繁之,前田幸雄	土木学会年講	1977	32-1	404-405																	1		道示の変遷を試設計することで比較・評価。S39道示が極端に安全率に低いものであったことを確認。	
48	GRC板のセミプレハブ床版への応用	牧一,中村義郎,梶野高司	土木学会年講	1977	32-5	140-141																			GRC(ガラス繊維補強)波形版を用いた合成床版の静的試験	
49	RC版の変形特性に関する一考察	角田与史雄,堺孝司,能町純雄	土木学会年講	1977	32-5	154-155																			鉄筋の方向と曲げの方向の関係、RC梁理論のスラブへの拡張	
50	RC版の厚さを貫通するひびわれが生じた場合の付加的曲げ変形に関する基礎研究	堺孝司,角田与史雄,能町純雄	土木学会年講	1977	32-5	156-157																			人工的にひび割れを与えた梁の実験により版の変形性状を推定した	
51	ひびわれを有するRC部材の衝撃応答特性について	宮本文穂,西村昭,藤井学	土木学会年講	1977	32-5	158-159																			RC床版の劣化判定に単一の自動車輪荷重による衝撃を想定した衝撃応答特性の変化を利用することを提案。断面の弾性低下の指標と応答との相関関係を利用するもの。実橋試験。	
52	クラックシミュレートRC床版の耐荷力について	高木秀貴,井藤昭夫	土木学会年講	1977	32-5	160-161			1	1															クラックを合成樹脂板を挿入することで1方向、格子状に作成し載荷試験を行い損傷床版の挙動を再現した。	
53	ひび割れ床版の耐用性判定試験例について	原口和夫,西村昭,宮本文穂	土木学会年講	1977	32-5	274-275	1																		損傷を受けた実橋の床版に対して、静的・動的載荷試験を行いひび割れ・たわみの挙動を測定し耐用性の判定法を検討した。	
54	鉄筋格子補強によるRCスラブの疲労強度	高木和明,松本英信,寺島優	土木学会年講	1977	32-5	290-291																			定点点載荷の疲労試験結果。鉄筋格子のスポット溶接の影響は低くプレストレスも効果があることが確認された。	
55	横桁の影響を考慮した多主桁合成桁の床版応力について	上田正昭,榎本彰二,芳村仁	土木学会年講	1978	33-1	139-140																			横桁による床版応力への影響を検討	
56	弾性変形する主桁、床組上にある床版に静的挙動について	佐々木孝,小松定夫	土木学会年講	1978	33-1	550-551																			剛性の異なる支持げたの影響で床版に生じる曲げモーメントやたわみ性状が異なることを示した。	

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に"1"を記入)													概要(結論)						
			名称	年	回号	頁	実験報告						設計方法			総括教科書的記述		施工報告			その他(任意に記述)					
							実橋載荷	版輪荷重	版定点点疲労	版耐荷力	梁疲労	梁耐荷力	他	解析	曲げM	他断面力	試験計	主桁作用	損傷事例			新設	補修	補強		
57	斜め合成桁橋の床版の異方性に関する一考察	石崎茂,前田幸雄	土木学会年講	1978	33-1	556-557																			合成桁の床版における直交異方性と斜角の影響を解析によって算出している	
58	コンクリート充填鋼格子床版の設計曲げモーメントについて	松井繁之,前田幸雄	土木学会年講	1978	33-1	562-563			1																I型鋼格子床版の実験および異方性を考慮した設計曲げモーメント式の提案	
59	RCスラブのひびわれに関する数値実験(続)	森芳秀,岡村宏一,島田功	土木学会年講	1978	33-1	645-646																			RC床版のひび割れパターンを解析によって再現しようとしたもの。ねじりせん断の集中がひび割れを誘発する。	
60	床版補強の追跡調査	菅川庫三,加藤正晴,安孫子敏雄	土木学会年講	1978	33-5	88-89	1																	1	首都高速道路の鋼板接着による補強を行った床版のたたき点検および荷重車による歪み計測結果報告。	
61	RCスラブの断面変形とひびわれ方向角	堀孝司,角田与史雄,能町純雄	土木学会年講	1978	33-5	247-248																				曲げ方向と鉄筋方向、ひび割れ角度の関係
62	ひびわれ程度の異なる損傷RC床版の衝撃振動特性	宮本文穂,西村昭,藤井学	土木学会年講	1978	33-5	325-326																				損傷を受けた床版の損傷度の判定法に向けた基礎的実験
63	多主桁橋における鉄筋コンクリート床版のひび割れモーメントについて	三上浩,藤田嘉夫,高田宣之	土木学会年講	1978	33-5	343-344																				主桁作用による曲げ圧縮力と床版作用の曲げ引張の2軸応力場におけるひび割れモーメントの算定式の提案。床版厚と鉄筋比の影響が大きい。
64	鉄筋コンクリート床版のひび割れ弾塑性解析(2)	加藤久人,前田幸雄,松井繁之	土木学会年講	1978	33-5	345-346																				層状化FEMにより床版の破壊をシミュレートし、実験と比較
65	RC床版の増設桁補修工法に関する数値実験	進藤泰男,岡村宏一,島田功	土木学会年講	1979	34-1	169-170																				損傷床版の増設桁による補強方法の効果を解析にて確認
66	鋼道橋橋示方書による床版の設計と補強桁とに関する二・三の問題点の検討	炭竈和信,吉川開二,中川建治	土木学会年講	1979	34-1	173-174																				増設桁補強によって、床版支間の変化、支持げた剛性の相異等の影響で設計曲げモーメントが変化することを提言。
67	主桁,床組の変形を考慮したRC床版の設計曲げモーメントについて	佐々木孝,小松定夫	土木学会年講	1979	34-1	175-176																				支持げたの剛性を考慮した曲げモーメント式を提案
68	鋼製型枠合成床版を用いた合成桁の載荷試験	和泉公比古,大貫一生,落合正利	土木学会年講	1980	35-1	169-170	1																			首都高速道路へ試験的に採用したロビンソン型合成床版の実橋載荷試験報告
69	鉄筋コンクリート床版の繰返し載荷試験	平山伸司,山本善行	土木学会年講	1980	35-1	173-174			1																	定点繰返し載荷試験結果を報告
70	旧神崎橋の鉄筋コンクリート床版に関する実験的研究	松井繁之,前田幸雄,亀井正博	土木学会年講	1980	35-1	175-176	1	1	1																	旧橋を切り出した供試体を用いて行った静的載荷・移動繰返し載荷試験報告。劣化時の挙動は引張コンクリート無視の剛性を用いた直交異方性を示している。
71	道路橋RC床版の主桁近傍におけるせん断ひびわれの発生について	川崎逸雄,堀川都志雄,園田恵一郎	土木学会年講	1980	35-1	177-178																				曲げひび割れだけではなくせん断力に対するチェックを行うことが肝要とし、実験、解析結果報告と設計法を提案。
72	増設桁による補強床版の挙動について	山内博,一樹久充,花里久	土木学会年講	1980	35-5	147-148	1																			増設桁補強された床版の挙動を実橋載荷試験と解析で比較
73	増設桁により補強した鉄筋コンクリート床版に関する載荷試験	阿保進,井科勇	土木学会年講	1980	35-5	149-150			1																	増設桁補強された床版の縦桁の効果を見る繰返し試験
74	鉄筋のすべりを考慮したひびわれ床版の数値解析	島田功,岡村宏一,園田恵一郎	土木学会年講	1981	36-1	117-118																				鉄筋のすべり、ひびわれを考慮したモデルでひび割れの開閉現象を把握
75	RC床版の移動載荷疲労試験におけるコンクリート強度の影響	藤田信一,角昌隆	土木学会年講	1981	36-5	422-423		1	1																	移動繰返し載荷試験結果の結果、コンクリート強度の低いものは乾燥収縮によるひび割れが発生しやすく貫通ひび割れ発生も生じやすいため疲労損傷を受けやすい。

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に"1"を記入)													概要(結論)						
			名称	年	回号	頁	実験報告					設計方法			総括教科書的記述	施工報告			その他(任意に記述)							
							実橋載荷	版輪荷重	版定応疲劣	版耐荷力	梁疲劣	梁耐荷力	他	解析		曲げM	他断面力	試設計			主桁作用	損傷事例	新設	補修	補強	
76	増設桁により補強した鉄筋コンクリート床版の走行荷重載荷試験	藤田恒雄, 和田克哉, 花里久	土木学会年講	1981	36-5	424-425	1																			走行荷重載荷試験を行い、定点点載荷試験との比較を行っている。補強桁の効果を確認。
77	鋼橋RC床版の破損機構に関する一考察	武田昭彦, 遠藤武平, 藤田信一	土木学会年講	1982	37-5	9-10			1								1									東名・名神高速の実橋RC床版のひびわれ調査ならびに耐荷力試験を通じ、床版の破損が乾燥収縮等により生じたひびわれに水が侵入することによる影響が大きいことを確認。
78	道路橋RC床版の耐用性判定の定量化について	山本晃久, 西村昭, 宮本文穂	土木学会年講	1982	37-5	13-14							1													RC床版の損傷度判定について、要因別判定基準を明確にし、損傷度判定に定量的基盤を与えた。
79	動的移動載荷による道路橋RC床版の疲労に関する研究	松井繁之, 前田幸雄, 奥本武司	土木学会年講	1983	38-1	465-466	1																			動的移動載荷試験機によるRC床版疲労実験結果の報告。
80	損傷形式を考慮したRC床版の損傷度判定に関する一考察	宮本文穂, 西村昭, 小笠勝	土木学会年講	1983	38-5	5-6							1													RC床版の損傷度判定について、ファジィ理論を適用した損傷度判定を行い、実橋床版の評価として妥当な結果を得た。
81	橋梁床版の疲労実験	川口昌宏, 川口隆	土木学会年講	1984	39-1	245-246	1	1																		定点点繰り返し載荷では明らかに押合せせん断破壊を示しているのに対し、移動繰り返し載荷では亀甲状のクラックの成長の後、破壊に至ると異なる破壊形状となることが明らかとなった。
82	実測活荷重を用いたRC床版の疲労問題の検討	森田信吾, 亀田弘行	土木学会年講	1984	39-1	293-294							1													Palmgren-Miner則の疲労パラメータを実測活荷重データより推定。
83	輸荷重走行装置による道路橋RC床版の疲労実験	奥本武司, 松井繁之, 前田幸雄, 池田龍也	土木学会年講	1984	39-1	295-296	1																			輸荷重走行装置による実物大床版の疲労試験結果報告。
84	道路橋RC床版の疲労に関する研究	奥本武司, 松井繁之, 前田幸雄, 川口裕義	土木学会年講	1985	40-1	985-986	1		1				1													輸荷重走行装置による実物大床版の疲労試験で、昭和39年示方書と昭和48年示方書に基づき設計された床版の疲労強度の違いについて比較検討を行っている。
85	橋梁床版の疲労実験	原田浩二, 川口昌宏	土木学会年講	1985	40-1	987-988	1	1																		定点点載荷と移動載荷の荷重状態の違いと養生条件の違いによる疲労強度に与える影響について検討が行われ、移動繰り返し載荷において養生条件は大きく影響することが明らかとなった。
86	RC床版の疲労特性に対する交通車両の荷重効果について	白水晃生, 亀田弘行	土木学会年講	1985	40-1	989-990							1													RC床版の疲労損傷に対する交通車両の車種別の影響をランダム疲労破壊理論により評価を行い、疲労寿命に影響する車種が大型積載車、トレーラーであることが明らかとなった。
87	RC床版のひびわれ損傷度の判定について	松井繁之, 前田幸雄, 吉岡敦	土木学会年講	1985	40-1	995-996							1													「第6回コンクリート工学講演会論文集」で提案した活荷重たわみによるRC床版劣化度判定式を実橋RC床版の劣化度との比較をその妥当性を明確にした。
88	実際に供用されていた合成桁橋の鉄筋コンクリート床版の耐力試験について(その1)	畑中裕, 佐藤麻, 小野義孝	土木学会年講	1985	40-5	231-232	1		1																	実橋から切り取った床版に対し、静荷重載荷試験を行い、荷重-たわみの関係からその耐力の検証を行った
89	実際に供用されていた合成桁橋の鉄筋コンクリート床版の耐力試験について(その2)	小野義孝, 鎌田鉄雄, 畑中裕	土木学会年講	1985	40-5	233-234	1		1																	実橋から切り取った床版に対し、動荷重載荷試験を行い、その耐力の検証を行った
90	模型RC床版の疲労実験	北村直樹, 久保光晶, 片山千丈	土木学会年講	1985	40-5	247-248			1																	縮小模型RC床版においてスターラップの有無による疲労強度に与える影響について、実験を通じ検証を行った。
91	模型橋梁床版の走行荷重による疲労実験	原田浩二, 川口昌宏, 高橋三雄	土木学会年講	1986	41-1	481-482			1																	走行荷重による疲労実験において養生条件および荷重速度の違いによる疲労強度への影響について検討が行われ、疲労強度に対し養生条件の影響は大きい、荷重速度は影響しないことが明確となった
92	RC床版の疲労解析へのファジィ理論の応用	尾崎美伸, 白石成人, 古田均	土木学会年講	1986	41-1	483-484							1													少ないデータからファジィ理論を適用したS-N曲線のモデル化に対する基礎的検討

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に"1"を記入)														概要(結論)						
			名称	年	回号	頁	実験報告					設計方法				総括教科書的記述	施工報告			その他(任意に記述)							
							実橋載荷	版輪荷重	版定歩疲労	版耐荷力	梁疲労	梁耐荷力	他	解析	曲げM		他断面力	試験設計	主桁作用			損傷事例	新設	補修	補強		
93	走行荷重下における合成床版の疲労特性	佐々木洋、福本秀士、松井繁之、渡部晃	土木学会年講	1987	42	362-363	1																				ロビンソン型合成床版の輪荷重走行試験。スタッドに作用するせん断力が回転することを指摘。
94	RC床版の疲労に及ぼす水の影響について	松井繁之、水本雅夫、福本秀士、沖野真	土木学会年講	1987	42	394-395	1																				水張りした輪荷重走行試験よりS-N線図を示し、S39道示床版では疲労寿命が1/250~1/300にまで低下する結果を得た。
95	既設道路橋の鉄筋コンクリート床版損傷調査について	松山、高橋	土木学会年講	1987	42	484-485												1									実橋の損傷度調査の紹介。ひび割れ個数、桁の振動数、加速度などを計測し、分析した。
96	鋼板補強したRC床版の疲労実験	林、園田、松井	土木学会年講	1987	42	486-487	1																				未確認
97	道路橋RC床版の経年を考慮した補修工法選定のためのエキスパート・システム	安藤、三上、田中	土木学会年講	1987	42	488-489																					未確認
98	自走式輪荷重自走載荷装置について	堀川都志雄、岡村宏、栗田章光、松井繁之	土木学会年講	1988	43	4-5	1																				大阪工大構造実験センターの試験装置の紹介
99	床版損傷に対する水の振舞い	松井繁之	土木学会年講	1988	43	6-7	1																				損傷を受けた床版の特徴として、上面のコンクリートに骨材が目立つこと、舗装ひび割れ及び床版下面の遊離石灰の沈着が激しく、床版上面に多量の土砂が堆積している。RC床版の水張り輪荷重試験の実施により、浸水にかかる動水圧により床版の劣化が促進されることが推定できた。
100	RC床版の健全度評価のためのファジイエキスパートシステム	川上、白石、古田	土木学会年講	1988	43	1-PS9																					未確認
101	床版防水工に関する基礎的研究	水本雅夫、松井繁之、福本秀士、宇藤滋	土木学会年講	1988	43	424-425	1																				RC床版の水張り輪荷重試験を実施した。塗膜系はひび割れ追従性に欠け、シート系は舗装の流動を助長し易い。
102	道路橋RC床版のアクリル樹脂コンクリートによる増厚補強工について	桜井、荒川、栗田	土木学会年講	1988	43	1-188																					未確認
103	道路橋RC床版の疲労寿命照査と疲労設計	野村朋宏、松井繁之、福本秀士	土木学会年講	1988	43	434-435																					輪荷重走行試験から得られたS-N曲線をもとに、S39道示、S55道示のRC床版の疲労寿命を、建設省、阪神高速の輪荷重頻度分布を用いて算出。ひび割れ損傷は、荷重の走行に起因するねじりモーメントと配力筋断面に作用するせん断力の交番によって主鉄筋方向で梁状化することで説明され、せん断力が卓越する桁付近の走行が悪影響を与えていることを指摘。
104	RC床版の疲労による破壊に関する研究	若下藤紀、石川勝也	土木学会年講	1989	44	496-497	1																				荷重の大きさの影響を確認するため、定歩繰り返し載荷試験を行った。
105	道路橋RC床版のアクリル樹脂コンクリートによる増厚補強工について	桜井、荒川、栗田	土木学会年講	1989	44	1-224																					未確認
106	床版防水工に関する基礎的研究	野村朋宏、松井繁之、園田恵一郎、上林厚志	土木学会年講	1989	44	506-507	1																				防水工の有無及び種類、水張りの有無などを変えた輪荷重走行試験を実施した結果報告。
107	コンクリート床版防水工の基礎的検討	浜田信彦、吉川紀、柑本哲哉...	土木学会年講	1989	44	508-509																					床版防水層に必要な品質基準の検討を行い、適用可能な仕様を提案。性能は、防水性、ひび割れ追従性、せん断接着性など。
108	アクリル樹脂コンクリート増厚補強工にける道路橋床版の主桁近傍の3次元応力解析	徳岡、中沢、堀川	土木学会年講	1990	45	1-PS6																					未確認
109	道路橋コンクリート床版の健全度評価のためのエキスパートシステム	飯星、崎元、川井	土木学会年講	1990	45	1-347																					未確認

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に“1”を記入)													概要(結論)							
			名称	年	回号	頁	実験報告					設計方法			総括教科書的記述		施工報告				その他(任意に記述)						
							実橋載荷	版軸荷重	版定点点疲労	版耐荷力	梁疲労	梁耐荷力	他	解析	曲げM	他断面力	試験設計	主桁作用	損傷事例			新設	補修	補強			
110	RC床版の疲労強度に対する増厚効果の実験的評価	瀬戸口嘉明、松井繁之、木村元哉、澤登善哉	土木学会年講	1990	45	860-861	1																				基準の変遷に伴う床版厚の増加に対し、疲労耐久性を輪荷重試験にて確認。18cmから4cmの増厚で大幅な疲労寿命の伸びを期待できる。
111	増厚工法による補修床版の疲労耐久性に関する研究	木村元哉、松井繁之、豊福俊泰	土木学会年講	1990	45	864-865	1																				スチールファイバー入りコンクリートを増厚工法に使用した場合の床版の疲労耐久性の向上効果を実験により確認した。
112	床版防水工に関する研究	松井繁之、園田恵一郎、瀬戸口嘉明、上林厚志	土木学会年講	1990	45	870-871	1																				防水工の有無及び種類、水張りの有無、舗装の有無などを変えた輪荷重走行試験を実施した結果報告。
113	道路橋RC床版の損傷度判定における項目の評価について	江村剛、堀川都志雄、川合卓爾、園田恵一郎	土木学会年講	1992	47	1182-1183	1																				ひび割れ段差量は床版のせん断抵抗力の減少と関連性が強いと考えられる。ひび割れ段差量の調査が、損傷度判定を行う上で重要である。
114	鉄筋腐食により損傷を受けたRC床版の耐力低下と耐荷機構について	橘吉宏、梶川康男	土木学会年講	1992	47	1184-1185				1																	腐食RC床版に耐荷機構を推定。載荷版直下のせん断破壊に加えて、せん断ひび割れを介して伝達される最大鉛直力により腐食RC床版の耐力を決定されるとした。
115	RC床版の浮き損傷と疲労寿命との相関について	葛目宏、岩崎大造、松井繁之	土木学会年講	1992	47	1186-1187										1											鉄筋の腐食度がそれほど著しくなくても、上側鉄筋コンクリートが剥離する損傷が発生する。剥離はせん断耐力を低下させ、床版の疲労寿命を著しく低下させる。
116	増設工法による補修床版の疲労耐久性について	松井繁之、木村元哉	土木学会年講	1992	47	1188-1189											1										縦桁増設を行うと、既存の主桁付近の疲労寿命は延びるが、逆に増設桁付近が危険になる可能性がある。
117	損傷床版の各種補強工法に関する試験	飯東義夫、金成昌美、木曾茂、庄中憲	土木学会年講	1992	47	1194-1195										1											鋼板接着補強は鉄筋ひずみの減少に効果があり、上面増厚補強は剛性を高める効果が良好である
118	プレキャスト板を用いて下面増厚したRC床版の補強効果	永井健、小玉克巳、佐藤賢一	土木学会年講	1993	48	274-275																					破壊に至るまで床版本体とプレキャスト板との間に剥離を生じることなく補強効果をあげることができ、主鉄筋、たわみ量を低減できる。
119	下面増厚したRC床版の増厚部付着性状に関する研究	佐藤賢一、小玉克巳、永井健	土木学会年講	1993	48	276-277																					補強筋とPPモルタルで作成した補強板を床版下面に増厚補強することにより、破壊耐力が向上する。
120	橋梁床版の補強に関する実験的研究	木曾茂、神谷誠、飯東義夫	土木学会年講	1993	48	278-279				1																	道路公団試験研究所において、平成3年から4年に実施した補強床版の疲労試験結果と考察
121	実橋RC床版の劣化度と耐荷力に関する一考察	若下藤紀、竹之内博行、園部敏	土木学会年講	1993	48	280-281																					実橋から採取したRC床版とモデル床版の静的載荷試験を行う事によって、損傷程度と残存耐荷力について考察。劣化度0.75で押し抜きせん断破壊に至る可能性があることが判った。
122	鋼橋RC床版への疲労寿命評価手法の適用性について	古賀秀幸、石井孝男、井口忠司、渡辺英夫	土木学会年講	1993	48	282-283																					等価繰返し回数法による疲労寿命の評価方法の有効性を確認するため、実測交通データと損傷実態等を用いて検討した結果を報告。
123	23年間供用された鋼道路橋RC床版の押抜きせん断耐力	佐藤修治、井口忠司、庄中憲、谷倉泉、楢貝勇	土木学会年講	1993	48	284-285																					損傷が著しい真名高速道路の実橋床版の耐力を、静的押抜きせん断耐力の面から検討。実橋の損傷床版の押抜きせん断耐力は2~3割程度低下している。
124	23年間供用された鋼道路橋RC床版の疲労試験	松井繁之、庄中憲、石井孝男、国原博司	土木学会年講	1993	48	286-287										1											実橋床版の残存寿命はほとんどないことを確認。原因として、ひび割れ幅が大きい、こすり合わせによる磨耗劣化の進展、乾燥収縮の影響が大きいと判断。
125	潜水疲労環境下における下面増厚補強したRC床版の性状	佐藤賢一、小玉克巳、永井健	土木学会年講	1994	49	674																					潜水環境下での移動繰返し載荷試験を行い、下面増厚補強による効果を確認した。
126	橋軸方向にプレストレスを導入したRCプレキャスト床版の疲労耐久性実験	栗原慎介、金崎喜美男、松井繁之、金田昌治	土木学会年講	1994	49	676																					RCプレキャスト床版に、橋軸方向にPCを導入する工法の疲労耐久性試験。PC導入前、後、水張りに対し載荷している。

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に"1"を記入)													概要(結論)					
			名称	年	回号	頁	実験報告						設計方法			施工報告		その他 (任意に記述)							
							実橋載荷	版輪荷重	版定点疲労	版耐荷力	梁疲労	梁耐荷力	他	解析	曲げM	他断面力	試験計		主桁作用		総括教科書的記述	損傷事例			
																							新設	補修	補強
127	大型輪荷重装置による増厚補強床版の疲労実験	辻本和敬、堀川都志雄、中川晋一、広瀬清泰	土木学会年講	1994	49	678	1																		増厚補強床版の輪荷重走行試験結果報告。
128	鋼板接着されたひび割れ損傷床版の疲労特性	石田真一、園田恵一郎、堀川都志雄、山口良弘	土木学会年講	1994	49	670	1																		鋼板接着工法で補強されたひび割れ損傷床版の輪荷重走行試験結果報告。
129	トラス形鉄筋によりセン弾補強したRC床版の疲労耐久性	松井繁之、川本安彦、梨和甫	土木学会年講	1994	49	672	1																		溶接金網を上下段配筋に用い、間にトラス形鉄筋を配したRC床版の輪荷重走行試験結果報告。
130	東名高速道路における鋼橋RC床版の損傷の経年変化	石井孝男、国原博司、渡辺英夫、古賀秀幸	土木学会年講	1994	49	674											1								試験や解析の検証のために、実橋199橋の損傷調査データを分析している。供用年数と損傷の関係、主桁本数と損傷の関係などが整理されている。
131	下面増厚工法によって補強したコンクリート床版の調査結果	軽尾助夫、松井繁之、末田彰助、財津公明	土木学会年講	1995	50-I	320-321	1																1		単純活荷重合成版桁橋の補強に伴う実橋の静的載荷試験と走行試験の報告。応力、たわみ、ひびわれ幅に着目
132	輪荷重走行試験機による下面増厚補強したRC床版の疲労性状	渡辺裕一、佐藤賢一、松井繁之	土木学会年講	1995	50-I	322-323	1	1																	輪荷重走行試験機による下面増厚補強されたRC床版の疲労に対する耐久性を検討。補強材料とひびわれ性状、接着状況等に着目
133	炭素繊維シートによる床版下面補強の静的載荷試験	若下藤紀、小林雅文、森成道、吉澤弘之	土木学会年講	1995	50-I	324-325	1	1		1															S40年代初期に建設された鋼道路橋のRC床版を切り出し、炭素繊維シート接着による補強の信頼性を確認するための基礎的研究。床版ハンチ部を補強する場合としない場合に着目
134	炭素繊維シートによる床版補強に関する研究	松井繁之、森成道、高井剣、小林明	土木学会年講	1995	50-I	326-327	1	1	1																供用より25年経過した実橋より採取したRC床版を炭素繊維で補強し、疲労試験を実施。上面増厚を併用する場合についても検証
135	帯鋼板を使用した合成プレキャスト床版の疲労強度特性	佐藤秀昭、山下清明、夏目岳洋	土木学会年講	1995	50-I	334-335		1	1	1															帯鋼板とスタッドにより床版下面を補強する工法の静的載荷試験による疲労特性の検証。載荷回数は、45万回、116万回、207万回の3ケースを実施
136	供用後60年経過したRC床版に対するD-RAP工法と疲労試験	安井昌幸、江口光昭、青木徹彦、小柳治、松島秀夫	土木学会年講	1995	50-I	336-337		1	1	1															床版上面にプレキャスト板を貼り合わせるD-RAP工法の静的載荷試験と疲労試験の報告。載荷回数は200万回
137	広幅員PC床版の耐荷力に関する実験的研究	坂井藤一、八部順一、大垣賀津雄、伊藤敦、友田富雄、作川孝一	土木学会年講	1995	50-I	338-339		1	1																PC床版の静的載荷試験と終局強度の検証。PC定着工法と主鉄筋量をパラメータにして、ひびわれ特性、終局耐力、破壊モードに着目
138	帯鋼板を使用した合成プレキャスト床版の押抜きせん断試験	中林秀夫、山下清明、小野辺良一、友清剛	土木学会年講	1995	50-I	340-341		1	1	1															帯鋼板とスタッドにより床版下面を補強する工法の押抜きせん断試験による信頼性の確認と強度特性の検証。
139	炭素繊維シート接着工法によるRCホロースラブの補強	岩永今朝郎、星一郎、後藤和満、井上和夫	土木学会年講	1995	50-I	464-465	1																1		RCホロースラブ橋の炭素繊維シートによる補強に伴う実橋の静的載荷試験の報告。応力、たわみ、ひびわれ幅に着目
140	炭素繊維シートによる床版補強に関する研究	高井剣、松井繁之、子安雄一、廣瀬清泰	土木学会年講	1996	51-I	974-975		1	1	1													1		炭素繊維シート補強のRC床版および上面増厚補強のRC床版について、滞水下での疲労試験の報告
141	床版補強における増し厚工法に関する耐力実験	佐藤昌志、佐々木康博、野原栄治、温泉重治	土木学会年講	1996	51-I	976-977		1	1	1															スチールファイバー入りの超速硬コンクリートを用いた上面増厚工法の曲げ疲労試験の報告
142	輪荷重走行試験機による道路橋床版の疲労試験	内田賢一、西川和廣、神田昌幸	土木学会年講	1996	51-I	998-999		1																	建設省で開発した輪荷重走行試験機の紹介と試験結果の報告
143	打継目を有する床版押抜き耐力算定式	石川和浩、阿部宗人、浜田純夫	土木学会年講	1996	51-I	1000-1001																			荷重域近傍に打継目を有するRC床版の押抜きせん断耐力に関する算定式の提案
144	床版の押抜きせん断疲労強度に関する実験的研究	大岩昇、阿部宗人、浜田純夫	土木学会年講	1996	51-I	1002-1003		1	1																荷重域近傍に打継目を有するRC床版の押抜きせん断疲労試験の報告

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に“1”を記入)													概要(結論)						
			名称	年	回号	頁	実験報告						設計方法			総括教科書的記述	施工報告				その他(任意に記述)					
							実橋載荷	版軸荷重	版定点点疲労	版耐荷力	梁疲労	梁耐荷力	他	解析	曲げM		他断面力	試験設計	主桁作用			損傷事例	新設	補修	補強	
145	鋼道路橋鉄筋コンクリート床版の応力照査	宮本正良	土木学会年講	1996	51-I	1010-1011																			鋼桁の沈下や床版と鋼桁のズレ抵抗を考慮した数値解析とFEM解析との検証	
146	負の曲げモーメント下における各種工法で補強されたRC床版の走行実験	中川和俊、堀川都志雄、加藤陽彦、園田恵一郎	土木学会年講	1997	52-I	330-331	1	1	1																	張り出し部を有する桁近傍の床版を対象に、輪荷重下での走行疲労試験の報告。応力、たわみ、ひびわれ幅に着目
147	桁の拘束によるひびわれ損傷を受けたRC床版の走行試験	藤田琢也、林田充弘、松井繁之、堀川都志雄	土木学会年講	1997	52-I	332-333	1	1	1																	合成桁タイプの床版を対象に、走行試験によって貫通ひびわれと損傷度の関係を検証
148	鋼少数主桁橋の長支間PC床版の移動載荷疲労試験について	中須誠、安松敏雄、長谷俊彦	土木学会年講	1997	52-I	346-347	1	1	1																	実物大PC床版による移動疲労載荷試験。応力、たわみ、ひびわれ幅に着目
149	D-RAP工法と床版疲労試験	細江青男、安井昌幸、江口光昭、青木徹彦、小柳治	土木学会年講	1997	52-I	348-349	1	1	1																	床版上面にプレキャスト板を貼り合わせるD-RAP補強床版とRC床版との疲労強度の検証
150	下面増厚補強したRC床版の多点繰返し載荷試験に関する基礎的研究	金田尚志、吉川弘道、小玉克己、佐藤真一	土木学会年講	1997	52-I	350-351				1																RC床版の多点繰返し載荷試験を行い、疲労寿命についてせん断力度影響線とマイナー則により理論的に検証
151	長支間床版の設計について	桐川潔、松井繁之、江頭慶三	土木学会年講	1997	52-I	352-353					1	1	1													長支間床版を対象に、押し抜きせん断疲労、せん断疲労、鉄筋疲労等の疲労耐久性を考慮した床版厚の設計方法について提案
152	鉄筋コンクリート床版のせん断疲労に関する一試案	江頭慶三、松井繁之、桐川潔	土木学会年講	1997	52-I	354-355					1		1	1												既往のせん断疲労試験結果より、S-N曲線を用いた疲労照査方法の提案
153	外ケーブルによりプレストレスしたPca-RC床版の力学的挙動に関する研究	太田博士、松井繁之、東山浩士、朴宗珍	土木学会年講	1997	52-I	362-363	1	1	1																	Pca-RC床版の静的載荷試験、走行試験、動的載荷試験、押し抜きせん断耐荷力試験の報告
154	30年間供用された連続合成桁橋のトラック走行試験と現場計測	白石篤志、小深田祥法、長井義則、伊藤忠政、平城弘一	土木学会年講	1998	53-1-A	144-145	1																			合成連続桁の応力挙動は一般的な3径間連続橋の挙動を示している。ひび割れ深さは鉄筋のかぶり以上であるが、貫通はしていない。ひび割れの開口変位測定により、試験車の実速度が測定可能。
155	30年間供用された連続合成桁橋の断面性能とシステム性能評価	増田伊知郎、吉田順一郎、林幸司、伊藤忠政、平城弘一、松井繁之	土木学会年講	1998	53-1-A	146-147	1				1															連続合成桁の載荷試験結果と1本梁モデルの解析結果の比較。30年経過した橋梁においても床版は健全であり、合成桁としての性能を維持している。
156	東海大府高架橋の実橋載荷実験における床版挙動	水口和之、村山陽、北山耕造、西垣義彦	土木学会年講	1998	53-1-A	150-151	1				1	1														長支間PC床版の設計断面力は、載荷試験およびFEM解析と比較により、十分な余裕を確保していることが分かる。
157	鋼2主桁橋の床版の設計断面力について—断面変化、床版のひび割れおよび横桁の拘束効果をパラメータとした比較検討—	白水晃生	土木学会年講	1998	53-1-A	412-413					1	1														長支間PC床版の設計断面力算出には、床版の形状が与える影響が大きい。ひび割れや、横桁による拘束の影響も見られる。
158	2主桁桁を有する広幅員PC床版の解析的検討—員弁川橋—	池田博之、前田晴人、倉田幸宏、松野進、宮地崇	土木学会年講	1999	54-1-A	30-31					1	1			1											狭小2主桁橋における床版の設計モーメントの算出式の提案。橋軸方向にも割増考慮をすることの提案。
159	ポリマーセメントモルタル吹付けによる床版下面増厚施工	佐藤真一、檜作正登、中庭勝、菅信二、肥田研一	土木学会年講	1999	54-1-A	38-39										1								1		デジタルカメラによる床版損傷の調査。共用下での吹き付け施工においても付着強度は供試体強度と同等。
160	ポリマーセメントモルタル吹付けによる床版下面増厚工法の補強効果の一検討	福田暁、檜作正登、菅信二、肥田研一、引地健彦	土木学会年講	1999	54-1-A	40-41	1																	1		床版たわみ、主鉄筋ひずみの測定より補強部と既設部の一体化の確認。疲労損傷度は補強により約1/100に減少。
161	複数年を考慮した道路橋RC床版の最適補修計画支援システムの構築	古田均、堂垣正博	土木学会年講	1999	54-1-A	446-447										1										道路橋RC床版の補修計画を、LCC等の概念を考慮し、複数年にわたる最適計画の立案システムの提案。
162	疲労損傷した道路橋RC床版の炭素繊維シートによる補強	朴海均、小野紘一	土木学会年講	1999	54-5	710-711																		1		炭素繊維シート(CFS)補強により、疲労耐力の増加および、疲労寿命の向上が期待できる報告。
163	各種床版防水のひび割れ追従性に関する検討	水上、上東、三浦、谷倉、肥田	土木学会年講	2001	I-A177	354	1																			国内外で使用されている各種防水を対象に、実橋のひび割れ閉閉回数に相当する480万回を載荷したひび割れ追従試験の結果報告。

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に*1を記入)												概要(結論)					
			名称	年	回 号	頁	実験報告					設計方法			総 括 教 科 書 的 記 述	施工報告				其 他 (任 意 に 記 述)				
							実 橋 載 荷	版 輪 荷 重	版 定 点 疲 勞	版 耐 荷 力	梁 疲 勞	梁 耐 荷 力	他	解 析		曲 げ M	他 断 面 力	試 設 計			主 桁 作 用	損 傷 事 例	新 設	補 修
164	床版防水工の舗装転圧時における検討	石川、水上	土木学会年誌	2001	I-A178	356																		施工時における性能評価法を提案する目的として、もつとも床版防水の損傷を生じやすいと考えられる舗装転圧時のアスファルト骨材の押し込み挙動を再現し、舗装転圧時における防水層の損傷状況の把握を行った。
165	コンクリート床版への侵入水の検知に関する基礎実験	杉山、大林、藤野	土木学会年誌	2001	I-A179	358																		微量の金属に対しアイアンシーカがどの程度反応を示すかを調べることにより、その検知能力を把握し、床版外部からの水の侵入を非破壊検査により検知できるかどうかを判断するための基礎データを得ることを目的とした実験結果の報告。
166	CFRPで補強されたひび割れを有するRC床版の載荷実験	平城、弓倉、原田、西川、鈴木、松尾	土木学会年誌	2001	I-B110	220																		床版下面のひび割れに対する対策のひとつCFRP(炭素繊維強化樹脂板)を用いた補強を行い、その効果を載荷試験により確認した。
167	デジタル画像による床版劣化判定システムの開発	佐々木、三田村、今野、山本、小出	土木学会年誌	2001	I-B123	246																		床版ひび割れに対する劣化判定に着目し、最新の画像処理技術を導入することによる判定精度の標準化を目的としたデジタル画像による床版劣化判定システムの開発報告。
168	道路橋床版片持ち部の限界状態を考慮した設計法に関する基礎的研究	杉原、松井、飯田	土木学会年誌	2001	I-B294	588				1														床版片持ち部の設計曲げモーメント式の提案を行うための基礎研究として、軸荷重走行試験を行い、限界状態におけるひび割れ発生状況と断面分布状況の関係を求めた。
169	アスファルト舗装の締固め作業が床版防水工に及ぼす影響	野村、魚本	土木学会年誌	2001	V-012	24																		アスファルト舗装の締固め作業が床版防水工の遮水性に及ぼす影響についての実験的検討。
170	路面塩化物のRC床版への浸透状況	田中、河野、大和、大山	土木学会年誌	2001	V-283	566																		RC床版のコア抜きと同時に採取されたアスファルト舗装の遮水性についての検討。
171	GFRP引抜き材を用いた既設RC床版鋼板桁橋の補強に関する研究	バセム、日野、太田、勝野、池村	土木学会年誌	2001	VI-167	334																		RC床版補強として軽量で耐食性に優れるGFRP(ガラス繊維強化プラスチック)梁部材による補強構造の提案。
172	デジタル画像複合法による損傷履歴の管理方法	濱野、畑野、八崎	土木学会年誌	2001	CS3-003	166																		床版の点検写真をデジタル化し、約20年におたる履歴画像を正確に重ね合わせることによって、床版の損傷進行過程をリアルに再現する画像複合法の提案。
173	コンクリート床版の押抜きせん断強度に関する部材係数	藤岡、松尾、浜野	土木学会年誌	2001	CS7-001	382																		面部材の押抜きせん断強度式で用いられる部材安全係数の根拠を確率統計的に求めることを目的に、種々の提案式に対して確率分布関数を適用し、その妥当性について論じた。
174	偏心荷重を受けるRC床版の変形特性と押抜きせん断耐力	伊藤、東山、松井	土木学会年誌	2001	CS7-002	384				1														床版疲労設計の基本となる押抜きせん断耐力について載荷位置を変えたRC床版の静的載荷実験を行い、押抜きせん断耐力に与える偏心荷重の影響についての検討。
175	輪荷重を受ける道路橋床版防水工の疲労耐久性の評価	大江、大西、松井	土木学会年誌	2001	CS7-017	414																		近年開発されたポリウレタン系の防水工を施した模型RC床版(常水状態)の輪荷重走行試験を実施し、防水工の耐久性を調査し、どのようなタイプの防水工が床版寿命の確保に適しているかの検討。
176	自走式ゴムタイヤ輪荷重走行試験機による既設RC床版の疲労実験	松尾、佐野、関口、堀川	土木学会年誌	2001	CS7-019	418																		ゴムタイヤ走行試験機下でのRC床版の疲労特性を把握することを目的として走行試験を実施した。
177	RC系床版の輪荷重走行試験におけるS-N線と段階載荷について	橋本、西川	土木学会年誌	2001	CS7-024	428																		RC床版走行試験において、統一したS-N線を求めるために、既往の実験とは別な観点から求め直す検討を実施した。
178	FRPグリッド工法により床版下面増厚補強した道路橋RC床版の輪荷重走行試験による補強効果の確認	佐藤、関根、小林、財津	土木学会年誌	2001	CS7-028	436																		RC床版をFRPグリッド工法により補強し、補強性状の把握を目的に輪荷重走行試験を実施した。
179	コンクリート床版防水工の施工条件と引張およびせん断強度に関する基礎的研究	谷倉、佐々木、三浦、村山	土木学会年誌	2002	I-800	1599																		床版防水材に与える荷重方法(施工および養生条件)の差異が引張接着強度およびせん断接着強度に及ぼす影響を実験的に比較検討した結果の報告。
180	鋼繊維補強によるRC床版の押抜きせん断耐力に関する研究	若林、丸山	土木学会年誌	2002	V-131	261																		RC床版の押抜きせん断耐力の向上や突発的な破壊を改善する方法として、鋼繊維補強コンクリートを用いた場合のRC床版の押抜きせん断耐力に及ぼす効果の検討。

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に“1”を記入)													概要(結論)					
			名称	年	回号	頁	実験報告						設計方法			総括教科書 的記述	施工報告				その他 (任意に記述)				
							実橋 載荷	版輪 荷重	版定 点疲労	版耐 荷力	梁疲 荷力	梁耐 荷力	他	解析	曲げM		他断面力	設計	主桁作用			損傷事例	新設	補修	補強
181	低周波弾性波非破壊検査装置によるRC床版の内部欠陥に対する検出性能の評価	服部、鎌田、竹村、井上、島田	土木学会年報	2002	V-185	369																			コンクリート構造物の点検のための新しい非破壊検査法として、磁歪素子により発生させた低周波の弾性波を用いたコンクリート構造物診断システムの実大床版供試体における性能評価の報告。
182	アスファルト敷設時の舗装熱を利用したサーモグラフィ法によるRC床版内部の欠陥検出	三星、柳内、金光、黒古	土木学会年報	2002	V-199	397																			アスファルト敷設時の舗装熱を利用してRC床版内部の欠陥検出をサーモグラフィ法にて行う診断方法の提案。
183	RC床版の劣化予測手法の検討	岡田、井野、船越、黒川	土木学会年報	2002	V-266	531																			RC床版に着目して過去の点検データによる劣化の進行傾向を取りまとめるとともに、今後の劣化の進行を予測する手法の提案及びその結果についての報告。
184	鉄筋コンクリート床版の水切り部における変状について	鷲見、前野、山口	土木学会年報	2002	V-279	557																			RC床版水切り部の変状に対し、その劣化機構を明らかにし、評価及び判定を行った報告。
185	高弾性CFRPロッドで補強されたコンクリート床版の曲げ特性に関する研究(その1 補強材埋設材料の違いによる影響)	加藤、手塚、久部	土木学会年報	2002	V-333	665																			床版上面補強において用いられている炭素繊維シート(CFS)の問題点を解決すべく、炭素繊維補強ロッド(CFRPロッド)による補強の検討。
186	高弾性CFRPロッドで補強されたコンクリート床版の曲げ特性に関する研究(その2 補強材配置方法の違いによる影響)	加藤、手塚、久部	土木学会年報	2002	V-334	667																			同上
187	緩衝材を用いた炭素繊維シート接着工法で補強されたRC床版の疲労耐久性	前田、松井、岸本、小牧	土木学会年報	2002	V-344	687			1																床版下面補強に用いられる炭素繊維シートの経済性を改善するために緩衝材を用いた炭素繊維シート
188	床版防水層の力学的特性に関する一考察	高橋、清水、宮本	土木学会年報	2002	V-455	909																			コンクリート床版上に敷設する防水材の車両急制動時変位速度に着目して、せん断試験と応力解析により防水材のせん断強度を評価する検討を行った結果の報告。
189	RC床版の押抜きせん断破壊挙動に関する3次元非線形解析	河野、塩永、師山	土木学会年報	2002	CS4-003	115																			3次元非線形FEM解析技術の適用性および精度を検証するために、RC床版の押抜きせん断破壊挙動を対象構造に選定し、解析プログラムの適用性および精度についての検討結果の報告。
190	床版張出部の曲げモーメントに関する検討	街道、渡辺、松井、堀川	土木学会年報	2002	CS4-005	119		1																	RC床版および合成床版の張出部の輪荷重走行試験を実施し、曲げモーメント性状において試験によるひずみから算出した曲げモーメントと道路橋示方書に規定されている設計曲げモーメントとの間に大きな差異が認められた。両者の差異の要因および影響に関してFEM解析により検証した報告。
191	橋軸方向に主鉄筋を配置した2方向支持RC床版の疲労耐久性について	田村、石崎、松井	土木学会年報	2002	CS4-034	177			1																車両進行方向に主鉄筋を配置した2方向支持RC床版の疲労耐久性を確認するために実施した輪荷重走行試験機による疲労試験の結果についての報告。
192	RC床版の衝撃加振たわみによる健全度評価手法に関する基礎的検討	関口	土木学会年報	2002	CS4-037	183			1																舗装用動的たわみ測定器より小型で簡便な橋梁床版専用の衝撃加振装置を開発し輪荷重走行疲労試験機を使用してRC床版にダメージを与えて、ひび割れ密度とたわみ量を測定し、基礎的検討を行った結果の報告。
193	RC床版における補修工法選定のための劣化予測手法の検討	樋口、佐藤、工藤、大島、三上、山崎	土木学会年報	2003	I-469	937																			床版の補強・補修工法選定を行う合理的なシステムの構築を目的とし、その一環としてRC床版における劣化予測を行った。
194	デジタル画像によるひび割れ密度計測の研究	故摩崎、藤田、畑野	土木学会年報	2003	V-102	203																			RC床版の疲労劣化を定量的に評価できるひび割れ密度法に着目し、デジタル画像によるひび割れ密度計測手法の研究を行った報告。
195	損傷した道路橋床版の補修方法に関する一考察	久保、藤井、宮坂、松本、板橋	土木学会年報	2003	V-128	255		1	1																RC床版の上面増厚の施工10年後に床版上層部に剥離が生じる事例が散見されるようになった。その補修として試みた樹脂注入補修の効果を確認するために輪荷重走行疲労試験を行った。
196	RC床版の鋼板による補強に関する研究	小野、中居、杉浦、大島	土木学会年報	2003	V-131	261																			RC床版の鋼板接着工法におけるアンカーボルトの有無による曲げ耐力及び疲労耐久性の違いを静的試験、疲労試験によって検証した。
197	走行荷重を受けるRC床版の押抜きせん断耐力	中野、阿部、木田、水口	土木学会年報	2003	V-371	741																			RC床版に対し静的荷重実験と走行荷重実験を行い、各実験における押抜きせん断耐力とコンクリート標準示方書の押抜きせん断耐力式の適合性を評価した報告。

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に"1"を記入)														概要(結論)							
			名称	年	回号	頁	実験報告						設計方法				総括 教科書 的記述	施工報告				その他 (任意に記 述)						
							実橋 載荷	版 輸荷重	版 定 点 疲 勞	版 耐 荷 力	梁 疲 勞	梁 耐 荷 力	他	解 析	曲 げ M	他 断 面 力		試 設 計	主 桁 作 用	損 傷 事 例			新 設	補 修	補 強			
198	デジタル画像RC床版劣化判定システムの判定検証	上北、池田、渡邊、小出、川合	土木学会年報	2003	V-414	827																						鋼橋のRC床版のひび割れ劣化判定に着目して、デジタルカメラと最新画像処理技術を導入し開発したRC床版劣化判定システムの適応性を検証した報告。
199	緩衝材を用いた炭素繊維シート接着工法によるRC劣化床版の補強効果	前田、小牧、上東、松井	土木学会年報	2003	V-582	1161	1																					RC床版の補強方法である炭素繊維シート接着方法にその付着性能の向上と材料減を目的として緩衝材を用いる工法について疲労寿命評価を行った報告。
200	高弾性CFRPロッドで補強されたコンクリート床版の疲労耐久性に関する研究	久部、白水、久野、浜田	土木学会年報	2003	V-590	1177	1																					RC床版張出部の上面補強のひとつであるCFRPロッド埋設工法の疲労耐久性について評価を試みた。
201	樹脂系防水層のひび割れ抵抗性及び耐候性に関する一実験	牧野、渡邊、横関、坂田	土木学会年報	2003	V-724	1445																						RC床版と舗装との間に設ける防水層のひび割れ追従性と耐候性の観点から、防水層に適した防水材料について評価検討した報告。
202	鉄筋コンクリート床版片持ち部を想定した風荷重載荷試験および輪荷重走行試験	野田、杉原、大西、松井	土木学会年報	2003	CS6-013	177																						RC床版片持ち部供試体に対して輪荷重走行試験を実施する前に風荷重を想定した静的載荷試験を行い、風荷重による比に割れ発生後の断面剛性の劣化状態を評価するとともに、走行載荷試験時の劣化進展性の特性を確認した報告。
203	床版防水システムの適用性に関する解析的検討	渡邊、池田、坂田、今野、三田村	土木学会年報	2003	CS6-029	209																						RC床版の高耐久性化を目的として検討されている、床版防水が耐塩分浸透性を与える効果について、施工時期および飛来塩分量をパラメータにして解析的に評価した結果の報告。
204	模擬床版を用いた床版防水の性能評価	陸門、石川、大橋、肥田	土木学会年報	2003	CS6-030	211																						日本道路公団が平成13年6月に策定した防水マニュアル(案)に示す初期性能照査を満足する床版防水を対象に屋外ヤードにて実構造物を模擬した床版を用いて実施した試験施工についての報告。

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に“1”を記入)													概要(結論)					
			名称	年	回号	頁	実験報告						設計方法			施工報告			その他 (任意に記述)						
							実橋 載荷	版 輪荷重	版 定点点 疲労	版 耐荷力	梁 疲労	梁 耐荷力	他	解析	曲げ M	他 断面力	試 設計	主 桁作用			総 括教科 書的記 述	損 傷事例	新 設	補 修	補 強
1	合成桁床版補強筋を利用したずれ止めについて	西村、奥村、佐賀	構造工学論文集	1970	17	35																			主桁上フランジに取り付けたリブに主鉄筋を結合した合成桁
2	既設道路RC床版の疲労破壊実験と疲労破壊機構に関する一考察	倉田、園田、実松、竹村	構造工学論文集	1976	22	63	1	1																	損傷の激しい既設RC床版と同設計の新床版に対する静的、繰り返し載荷による疲労破壊実験の報告。RC床版の疲労破壊過程の推測。
3	道路橋コンクリート床版の損傷判定と補修工法選定のための知識ベースエキスパートシステム	三上市 肇、江澤義典、田中成典、朝倉隆文	構造工学論文集	1987	33A	317-326																			損傷度判定と補修工法選定に関するシステム(プロトタイプES)の紹介。
4	RC床版の振動の測定と解析	加藤雅史、加藤育久	構造工学論文集	1987	33A	503-512																			健全度調査法の1つとして床版に着目した現場振動試験の報告。
5	連続床版の曲げ応力について	横山幸清、井上浩樹	構造工学論文集	1988	34A	395-400																			主桁の弾性変形を考慮した連続床版の合理的な設計法の提案。
6	RC部材の鉄筋腐食による損傷時の挙動に関する実験的研究	前田研一、橋 吉宏、堀川康男、角本 周	構造工学論文集	1989	35A	1115-1128																			腐食損傷したRC床版供試体の力学的挙動を調べ、腐食損傷の状況と耐力低下機構との関係の考察。
7	高速載荷を受ける鉄筋コンクリート床版の動力学的特性と終局限界性能	辻本雅洋、高橋芳彦、大野友則、内田 孝	構造工学論文集	1989	35A	1081-1094																			衝撃実験の1つである高速載荷実験によるRC床版の終局破壊状況、弾塑性挙動および終局限界性能についての報告。
8	立体トラス型ジベルを用いた合成床版橋の設計・施工と載荷実験	太田俊昭・日野伸一	構造工学論文集	1990	36A	1267	1																		トラス型鉄筋ジベル合成床版の設計・解析方法の提案と、施工後における実橋載荷実験の結果報告。
9	合成斜張橋・プレキャスト床版の設計法とループ状重ね継手の耐久性に関する研究	前田研一・橋 吉宏	構造工学論文集	1990	36A	1305																			合成斜張橋に用いるプレキャストPC床版のRCループ継手構造にの耐荷力・疲労性状の検証実験の報告。ループ継手部のひび割れ性状は一般部と異なるものであるが、耐荷力は一般部と同等である。
10	トラス型ジベルを用いた合成床版の耐荷力と疲労強度に関する実験的研究	中井 博・松本雅治	構造工学論文集	1991	37A	1357																			帯鋼トラスを用いた合成床版の耐荷力・疲労強度に関する載荷実験の報告。疲労試験においてRC構造部に疲労の進展が認められたが、応力振幅から判断すると耐久限度の1/2程度であった。
11	水環境下にある道路橋RC床版の耐久性向上のための防水工の研究	松井繁之・栗山研一	構造工学論文集	1991	37A	1419																			水環境下におけるRC床版の疲労耐久性を防水工の効果に着目して検証したものである。検証方法は、輪荷重走行試験機による水はり試験である。実験により、防水工による疲労寿命の改善が確認された。
12	走行輪荷重によるRCモデルはりの疲労強度実験	川口昌宏・柳沼善明	構造工学論文集	1992	38A	1265																			輪荷重がRC梁の疲労耐久性に及ぼす影響を知る目的で、梁モデルによる耐荷力・定点点疲労実験と輪荷重載荷実験の比較検証を行った。実験の結果から、梁の疲労強度は輪荷重走行により著しく低下することが明らかになった。
13	RC床版の耐用性評価のためのファジィ・ニューラル・エキスパートシステム	渡邊英一・古田 均	構造工学論文集	1993	39A	493																			RC床版の維持管理のためのエキスパートシステムの提案である。
14	鋼板・コンクリート合成床版中のスタッドの疲労破壊性状について	松井繁之・分 兌景	構造工学論文集	1993	39A	1303																			ロビンソンラップ型合成床版のスタッドの疲労耐久性を、輪荷重走行試験機を用いて検証している。実験の結果、スタッドの疲労損傷は、輪荷重走行に伴う回転せん断力に起因することが明らかになった。
15	FRP永久型枠を用いたRC床版の静的強度・疲労耐久性に関する研究	松井繁之・石崎 茂	構造工学論文集	1994	40A	1413																			FRP型枠を用いた合成床版の、耐荷力・疲労耐久性の検証実験の報告である。FRPのコンクリート接触面に砂を接着することにより、疲労耐久性が大幅に改善されることが確認された。
16	プレキャストRC床版ループ鉄筋重ね継手の強度、および疲労に関する実験的研究	中井 博・川口昌宏	構造工学論文集	1995	41A	1069																			プレキャストRC床版のループ継手構造の、耐荷力・疲労強度の検証実験である。実験結果から、プレキャストRC床版のループ継手構造が、静的、および動的に十分な耐荷力および疲労耐久性を有していることが確認された。

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に"1"を記入)												概要(結論)						
			名称	年	回号	頁	実験報告						設計方法			総括教科書的記述	施工報告			その他(任意に記述)					
							実橋載荷	版輪荷重	版定点点疲労	版耐荷力	梁疲労	梁耐荷力	他	解析	曲げM		他断面力	試設計			主桁作用	損傷事例	新設	補修	補強
17	2方向支持された長支間道路橋RC床版の設計曲げモーメント式について	松井繁之・石崎 茂	構造工学論文集	1996	42A	1031																			少主桁、長支間のRC床版を対象とした、設計曲げモーメント式の提案。
18	頭付きスタッドを用いたせん断連結継手を有するPCa床版の開発研究	松井繁之・金 閔七	構造工学論文集	2000	46A	1385		1	1				1												プレキャストPC床版の新形式のパネル間継手構造である、スタッドを用いたせん断連結継手の耐荷力、疲労強度の検討実験の報告である。
19	プレストレスにより連続化されたRCプレキャスト床版の疲労耐久性評価	横山 広・栗原慎介	構造工学論文集	2000	46A	1443		1																	プレキャスト床版の敷設時における、橋軸方向のプレストレス量が疲労耐久性に及ぼす影響を検証している。
20	実物大モデルを用いた鋼連続合成桁橋中間支点部のPC床版疲労実験	柴桃孝一朗・上東 泰	構造工学論文集	2000	46A	1535																			連続合成桁の中間支点上PC床版の疲労耐久性の検討を行っている。試験の結果、中間支点上床版でのひび割れの発生ならびに伝播を橋軸方向鉄筋で制御できることが明らかになった。
21	Flexural Fatigue Strength of a RC Bridge Slab Laminated by Carbon Fiber Sheets	Koichi ONO	構造工学論文集	2000	46A	1547																			CFSで補修された損傷RC床版の疲労耐久性検討実験の報告である。実験の結果、CFS補強床版の損傷機構は、CFS版と床版面の付着切れによるものであることが明らかになった。
22	合成床版に用いられる鋼板-鉄筋溶接継手部の疲労強度	館石和雄・大田孝二	構造工学論文集	2000	46A	1555																			合成床版に多く用いられる、鉄筋と鋼板交差部における点溶接継手部の疲労耐久性を検討したものである。
23	3D-FEMによるRCスラブの押し抜きせん断破壊性状の解析	八若幹彦・楢貝 勇	構造工学論文集	2001	47A	1339																			RC床版の押し抜きせん断耐力問題を3次元のFEM解析で解く手法を提案している。実験結果との比較から、提案モデルは実験結果と良好な一致を示した。
24	PC床版の押抜きせん断耐荷力算定式に関する検討	東山浩士・松井繁之	構造工学論文集	2001	47A	1347																			PC床版の押抜きせん断耐荷力算定式を提案している。
25	道路橋床版の最小厚さに関する研究	横山 広・堀川都志雄	構造工学論文集	2002	48A	1169																			RC、PC床版の最小床版厚を、厚板理論を用いて算定している。
26	輪荷重走行試験における載荷板形状とRC床版の疲労強度との相関に関する実験的研究	小野辺良一・石井孝男	構造工学論文集	2002	48A	1195		1																	輪荷重走行試験機の性能把握と、新形式載荷板の提案を行ったものである。新形式の載荷板を用いることにより、より実態に近い輪荷重を再現できることが明らかになった。
27	底鋼板に引張ボルト継手を有する鋼合成床版の押抜きせん断耐力と設計曲げモーメントに関する考察	徐 聖卓・日野伸一	構造工学論文集	2002	48A	1273																			ロビンソン型合成床版の、橋軸方向継手構造への引張ボルト接合の適用検討である。
28	連続合成桁における合成床版のひび割れ性状に関する実験	木水隆夫・新井恵一	構造工学論文集	2002	48A	1417																			合成床版を用いた連続合成桁の耐荷力性状の検討についての報告である。検討の結果、合成床版の主桁作用によって発生するひび割れの、ひび割れ幅算定方法が提案されている。
29	床版張出し部の輪荷重走行試験およびモーメント性状について	街道 浩・渡邊 滉	構造工学論文集	2002	48A	1429		1																	RC床版および合成床版について、床版張出部への輪荷重走行試験を実施し、張出部構造の疲労耐久性の検討を行ったものである。

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に"1"を記入)											概要(結論)						
			名称	年	回号	頁	実験報告					設計方法			施工報告				その他 (任意に記述)					
							実橋載荷	版輪荷重	版定点疲労	版耐荷力	梁疲労	梁耐荷力	他	解析	曲げM	他断面力	試設計			主桁作用	総括教科書の記述	損傷事例	新設	補修
1	スチールファイバーコンクリートによる知多2号橋床版補強について	石渡正夫、宿口治、佐藤政勝、国分修一	コンクリート工学年講	1980	2	233-236	1							1	1									SFRCを用いた床版増厚施工例。SFRCは、1~2Vol%(80~160kg/m ³)のSFを混入したコンクリート、高コストとなるが薄層床版として適用が期待できる。
2	膨張コンクリートを用いた鋼合成桁床版の力学的特製	辻幸和、岡村甫	コンクリート工学年講	1980	2	305-308	1							1										膨張コンクリートを合成桁床版に用いることの有用性。収縮が鋼桁によって拘束される悪影響を軽減。膨張エネルギーをもつコンクリートの使用が可能。
3	鉄筋コンクリート床版の疲労試験	赤井公昭、藤田信一	コンクリート工学年講	1980	2	309-312			1															床版の定点疲労試験の報告。ひび割れ発生機構、たわみ、ねじりによるずれ等の考察。実橋床版に近いひび割れ形状を再現。
4	鋼製枠補強コンクリート合成床版の静的強度	園田恵一郎、堀川都志雄、広瀬清泰	コンクリート工学年講	1981	3	337-340				1				1										鋼製デッキプレート成型枠兼用の引張補強材とした合成床版の考案。道路橋への実用化を目的とした基礎実験。
5	各種材料を用いた増厚補強床版の載荷試験	遠藤、藤田、角	コンクリート工学年講	1982	4	469-248	1	1	1															床版下面増厚工法は新旧コンクリートの結合問題があるため、適さない。上面増厚工法は乾燥収縮によるひび割れが存在し、繰返し荷重によって多数のひび割れが発生し、新旧コンクリートの結合を損なう。このため、増厚コンクリートにひび割れ発生抑制効果のある材料を用いて、ひび割れを発生させないようにしなければならない。
6	RCスラブの押抜きせん断耐力に関する自由縁の影響について	高橋義裕、角田与史雄	コンクリート工学年講	1983	5	273-276				1							1							荷重がスラブの自由縁近傍に載荷される場合の押抜きせん断強度について版の静的載荷試験を行い、自由縁の影響を論じている。
7	鋼繊維補強コンクリート床版の押し抜きせん断強度	平沢征夫、伊藤和幸、愛知五郎、高木克則	コンクリート工学年講	1983	5	281-284				1														RC床版と鋼繊維補強コンクリート床版との押し抜きせん断強度の比較を実験により行った。SFRC床版は靱性が高く、押し抜きせん断強度を高められる。
8	鋼繊維補強コンクリートを用いた鉄筋コンクリート床版に関する基礎的研究	魚本健人、西村次男、亀井和郎	コンクリート工学年講	1983	5	285-288																		梁試験、版試験により、SFRCの効果を確認。剛性、ひび割れ発生荷重、降伏荷重、破壊荷重など。
9	鋼繊維膨張コンクリート鋼合成床版に関する基礎的研究	戸川一夫、中本純次	コンクリート工学年講	1983	5	289-292																		2主桁の供試体の床版支間中央に載荷。SFの混入と膨張材の使用で相乗的に効果がある。(合成床版ではなく、鋼桁との合成させる床版が対象)
10	鉄筋コンクリートスラブの押抜きせん断耐力に関する一考察	石橋忠良、斉藤啓一	コンクリート工学年講	1984	---	629-632																		スラブの押抜きせん断耐力を破壊面に沿った微小部分のはりのせん断耐力の積分値として求めることにより、スラブの押し抜きせん断耐力をはりのせん断耐力算定式で比較的良好にあらわすことが出来ることについて報告。
11	鉄筋コンクリート一方向スラブの載荷直後の曲げ性状について	岩原昭次、嘉戸通幸	コンクリート工学年講	1984	---	641-644																		床スラブの長期予測に関する基礎的研究として、連続載荷における瞬時たわみ及び瞬時鉄筋歪の位置付けを明らかにすることを目的とし、曲げひび割れを生じる場合と生じない場合とのたわみと鉄筋歪の経時変化、端部鉄筋の有効性の相違によるたわみの経時変化に着目した連続載荷実験を実施。
12	輪荷重の反復の下でのRC床版の挙動	園田恵一郎、今井宏典、堀川都志雄、船越博行	コンクリート工学年講	1984	---	649-652																		道路橋RC床版を対象として取上げ、輪荷重の10000回を限度とする繰返しの下でのRC床版の挙動を調査し、作用荷重の大きさ、繰返回数とRC床版の損傷度(劣化度)の関係を明らかにする。
13	輪荷重移動装置による道路橋床版の疲労に関する研究	前田幸雄、松井繁之	コンクリート工学年講	1984	---	221-224																		輪荷重を往復走行させる輪荷重移動装置を製作し、実物大RC床版の疲労実験を行い、RC床版の耐久性の主要指標である疲労強度について報告。
14	温度応力に起因する鋼道路橋鉄筋コンクリート床版の初期ひび割れ	豊福俊泰、中村修吾、神保和己、城国省二	コンクリート工学年講	1985	7	13-16																		日照、アスファルト施工による床版内の温度応力が初期クラックの発生原因と考え、その対策として膨張コンクリートの採用が有効としている。
15	鋼繊維膨張コンクリート床版の力学的特性	戸川、中本	コンクリート工学年講	1986		433-436																		鋼繊維膨張コンクリート版の耐荷力試験。鋼繊維+膨張Conの耐荷力改善を確認。ひび割れ防止には鋼繊維より膨張材が効果的。
16	デッキプレート形RC床版を埋設型枠に用いたRC合成スラブの実験	小森、永藤、林、村上	コンクリート工学年講	1986		613-616																		PC埋設型枠を用いたRC梁の耐荷力試験。PC版が合成後の耐荷力性状改善に寄与することを確認。

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に"1"を記入)													概要(結論)					
			名称	年	回号	頁	実験報告						設計方法			総括教科書 的記述	施工報告				その他 (任意に記述)				
							実 験 載 荷	版 輪 荷 重	版 定 点 疲 勞	版 耐 荷 力	梁 疲 勞	梁 耐 荷 力	他 他	解 析	曲 げ M		他 断 面 力	試 設 計	主 桁 作 用			損 傷 事 例	新 設	補 修	補 強
17	PC埋設型枠を用いた合成床スラブの多数回繰返し実験	小森, 永藤, 林, 田中	コンクリート工学年講	1986		617-620				1															PC埋設型枠を用いたRC梁多点疲労試験。PC版が疲労耐力・ひび割れ性状の改善に寄与することを確認。衝撃係数により疲労劣化度に差異があることもわかった。
18	鉄筋コンクリート板の局部要素の挙動	品川, 白石, 時田, 山崎	コンクリート工学年講	1986		833-836						1													ひび割れ発生版をモデル化した構造解析。
19	自由縁を有するRCスラブのせん断耐力特性に関する研究	高橋, 角田	コンクリート工学年講	1986		837-840			1																RCスラブの耐力試験。拘束辺と載荷位置の関係と応力性状を確認。
20	せん断破壊した直交異方向性鉄筋コンクリートスラブの変形解析	森村	コンクリート工学年講	1986		841-844						1													直交異方向性スラブの変形状態推定式の提案。実験による確認を行っている。
21	収縮応力がRC部材の曲げひびわれ特性に及ぼす影響	田澤, 宮沢, 山本, 坂田	コンクリート工学年講	1987		223-228				1															乾燥による自己収縮力がRC部材の曲げひび割れに及ぼす影響を検討。ひび割れ幅算定式を提案。
22	RCスラブの局部せん断破壊に関する基礎実験	高橋, 角田	コンクリート工学年講	1987		597-602			1																RCスラブの局部せん断破壊における基本性状を調べたもの。載荷位置による耐力力の減少を明らかにした。
23	周辺水平拘束された一方向RC床スラブにおける圧縮および引張薄膜効果に関する研究	横谷, 町田, 和泉	コンクリート工学年講	1987		603-608				1															周辺を水平ばりで拘束されたRC床スラブにおける引張薄膜効果の研究。
24	両端固定鉄筋コンクリート造一方向床スラブの長期曲げ性状	岩原	コンクリート工学年講	1987		615-620				1															RCスラブの長期挙動の予測研究。クリープ、乾燥収縮を検討。
25	合成床版の耐力、剛性に及ぼす多数繰返し荷重の影響について	小森, 永藤, 林, 田中	コンクリート工学年講	1987		621-626				1															繰返し載荷を受けるRC床版(梁)とPC床版(梁)の挙動比較。ひび割れ性状の比較も行っている。
26	移動荷重を受ける道路橋RC床版の疲労強度と水の影響について	松井	コンクリート工学年講	1987		627-632	1																		水張りをした輪荷重走行試験を実施。S-N曲線の提案を行っている。
27	PRC桁のひびわれに関する調査研究	石橋, 佐藤, 米内	コンクリート工学年講	1988		45-50					1														RC桁とPRC桁の比較調査。床版ひび割れの比較有り。
28	コンクリート橋の安全性評価とその検証法の開発	宮本, 西村, 堀	コンクリート工学年講	1988		81-86	1																		RC単純桁橋への載荷試験。床版ひび割れ検討有り。既存橋梁の耐用性診断法の開発。
29	PCスラブの押抜きせん断耐力に関する実験的研究	石橋, 佐藤, 大庭	コンクリート工学年講	1988		109-114			1																PCスラブの押抜きせん断試験。プレストレスをパラメータとする。床版ひび割れ検討有り。
30	U形断面のPC板を埋設形枠に用いた合成床版の載荷実験	小森, 永藤, 佐藤, 村上	コンクリート工学年講	1988		115-120				1															PC形枠を用いた合成床版の載荷試験。床版ひび割れに関する検討有り。
31	高強度鉄筋を用いてプレストレスを導入した型枠兼用プレキャスト板に関する実験的研究	鈴木, 大野, 鳥居, 白井	コンクリート工学年講	1988		121-126				1															PCa床版の梁モデル載荷試験。プレストレスをパラメータとする。床版ひび割れに関する検討有り。
32	累積損傷度を考慮した下面増厚補強RC床版の疲労寿命に関する研究	金田, 吉川, 小玉, 佐藤	コンクリート工学年講	1989		451-456		1																	下面増厚工法によって補強したRC床版の多点繰返し載荷試験。マイナー則による評価とS-N曲線の提案。
33	PC床版の継手部分の押抜きせん断耐力に関する実験的研究	松尾, 浜田, 山本, 安部	コンクリート工学年講	1989		457-462			1																PC床版の継手部に着目した押抜きせん断試験。ひび割れ性状の検討有り。
34	AE法のRC床版劣化度検査法への適用に関する研究	橋吉宏, 前田研一, 重石光弘, 梶川康男	コンクリート工学年講	1989	11	337-342					1														AE法による非破壊検査で、床版の各損傷(クラック、鉄筋腐食)により特徴ある分布を示す。劣化要因の分類に有力といえ、今後さらにデータの蓄積が必要としている。

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に“1”を記入)											概要(結論)							
			名称	年	回号	頁	実験報告						設計方法			総括教科書的記述			施工報告			その他(任意に記述)			
							実橋載荷	版輪荷重	版定点点疲労	版耐荷力	梁疲労	梁耐荷力	他	解析	曲げM	他断面力	試験計		主桁作用	損傷事例	新設		補修	補強	
35	鋼橋床版への膨張コンクリートの適用効果に関する調査研究	庄谷征美、杉田修一、児玉勝彦、安斎康雄	コンクリート工学年講	1989	11	517-522														1					寒冷地での初めての膨張コンクリート床版を試験施工した丸木橋の3年半までの性状変化と同型式普通コンクリート床版との比較検討の報告。
36	プレキャスト版を用いて鋼橋の床版を打替える工法におけるスラブ止めの実験研究	宅間善三郎、今井昌文、檜貝勇	コンクリート工学年講	1989	11	739-744																	1		非合成桁床版をプレキャスト版を用いて打ち替える場合の床版と鋼桁との結合方法についての基礎的実験報告。
37	プレキャスト版を用いて鋼橋の床版を打替える工法におけるスラブ止めの実験研究	宅間善三郎、今井昌文、檜貝勇	コンクリート工学年講	1990	12	949-954																	1		プレキャスト床版を用いた床版打ち替えにおける床版と鋼桁との結合方法についての桁モデルによる実験報告。
38	軽量コンクリートの押抜きせん断耐力	石川達夫・山内直利・徳光卓・長谷川清一	コンクリート工学年講	1991	13-2	225-230				1															引張強度が問題となるスラブの押抜きせん断耐力を取上げ、人口軽量骨材を用いたPCスラブの押抜きせん断耐力試験を行い、それらの特性を調べた。
39	鋼板接着によるRCスラブのせん断補強効果についての一考察	駒田幹久・打田靖夫・藤原吉美・小林和夫	コンクリート工学年講	1991	13-2	893-898																			試験結果と解析結果に基づいて、RCスラブの鋼板接着によるせん断補強の効果について報告。
40	鋼板接着RCスラブのせん断耐力に関する基礎的実験	酒井研二・打田靖夫・駒田幹久・小林和夫	コンクリート工学年講	1991	13-2	887-892																			側面あるいはそれに加えて底面に鋼板接着したRCスラブについて、接着鋼板のせん断耐力に対する補強効果を検討するための基礎的実験を実施。
41	周辺補剛梁を有するスラブにおけるせん断耐力に関する実験的研究	菅原学・石橋忠良・斉藤啓一・増子隆行	コンクリート工学年講	1991	13-2	215-220																			周辺補剛梁を有する鉄筋コンクリートスラブに載荷面積及び載荷位置等を変化させた等分布荷重を載荷したせん断試験を実施。
42	PRC床版におけるPC版とRC部の材令差が疲労性状に与える影響	児島孝之・水越陸視・長岡誠一・中上明久	コンクリート工学年講	1991	13-2	243-248																			PC版の仮置日数の異なる3種類のPCC床版供試体について疲労試験を行い、打継時の材令差が疲労性状に及ぼす影響について検討を行った。
43	鋼板接着補強した鋼橋床版の耐久性評価に関する試験	山本忠守・飯東義夫・木曾茂	コンクリート工学年講	1992	14-2	993-998	1																1		鋼板接着した若戸大橋の床版を切出し、外観調査、材料試験、非破壊試験、載荷試験を実施。試験結果から耐久性及び耐荷力について確認できた。1962年に架設→1976年にRC床版を補強(鋼板接着)→1990年に拡幅に伴い、鋼床版に構造変更。
44	RC床版鋼板接着工法の補修効果	山口良弘・藤田幸朗・横山広	コンクリート工学年講	1992	14-1	879-882																	1	1	鋼板接着された床版の鋼板を剥し、床版の状況を把握するとともに、鋼板接着方向の有効性確認のための種々の調査を行った。
45	下面増厚補強した鉄筋コンクリート床版に関する実験的研究	永井健、小玉克巳、佐藤貢一	コンクリート工学年講	1993	15-2	341-346																			下面増厚補強したRC床版の静的載荷試験の結果報告。補強筋(CFRP、PC鋼線)とPPモルタル(ポリアクリル酸エステル系ポリマーモルタル)により補強。
46	下面増厚したRC床版の疲労性状に関する研究	佐藤貢一、小玉克巳、永井健	コンクリート工学年講	1994	16-1	1031-1036				1	1														下面増厚補強(補強筋とPPモルタル)したRC床版の繰返し試験の結果報告。
47	実橋床版の下面増厚による補強確認試験	石井孝男、渡辺裕一、佐藤貢一、川合初雄	コンクリート工学年講	1994	16-1	1037-1042	1																	1	下面増厚補強(補強筋とPPモルタル)を実橋に適用し、現地鉄筋応力・床版たわみ計測の結果報告。
48	アルカリ骨材反応によるRC床版の損傷	杉江功、児島孝之、杉山功、村山康雄	コンクリート工学年講	1994	16-1	1111-1116																	1		アルカリ骨材反応によるRC床版の損傷事例を報告。調査・実験・評価について詳細な報告がされている。橋脚等と異なり、床版特有の特性が見られる。
49	貫通ひびわれを有する鉄筋コンクリート床版の押し抜きせん断耐荷力	仲山元章、檜貝勇、中村光、飯東義夫	コンクリート工学年講	1994	16-2	425-430																			版の耐荷力試験を行い、前田・松井の押抜きせん断耐方式に対し、貫通ひび割れの影響を考慮した式を提案した。
50	劣化したRC床版のせん断耐力低下について	中村、久野、松下	コンクリート工学年講	1995	17	931-936																			鉄筋腐食によりRC床版のように2方向に主鉄筋が配置されている場合には、曲げ耐力の低下のみでなく、押抜きせん断耐力も低下した。
51	非破壊試験による道路橋RC床版の余寿命評価	菅野、堀江、飯東	コンクリート工学年講	1995	18	1233-1238	1	1																	①疲労試験の結果は過去の知見と同じであることから、実験結果が妥当と判断した。②非破壊検査の有効性を確認した。③鋼板補強RC床版では、鋼板剥離状況が劣化の重要な指標である、との結論をした。

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に"1"を記入)												概要(結論)								
			名称	年	回号	頁	実験報告					設計方法			総括教科書的記述	施工報告				その他(任意に記述)							
							実験報告	版載荷重	版定点疲労	版耐荷力	梁疲労	梁耐荷力	他	解析		曲げM	他断面力	試験計			主桁作用	損傷事例	新設	補修	補強		
52	レーダ法を用いたRC床版の空隙探査に関する基礎研究	吉沢、朴、魚本	コンクリート工学年講	1996	18	1239-1244																				①適用可能性が示された。②探査限界値は空隙の位置や鉄筋間隔に依存する。③計測画像の処理方法を説明した。	
53	炭素繊維シートを用いて曲げ補強を行ったRC床版の力学的特性	酒井、宇賀田、秋山、牛島	コンクリート工学年講	1996	18	1445-1450		1																		炭素繊維補強は、①剛性と耐力を著しく増加する。②曲げひび割れが分散され、ひび割れ幅が抑えられる。③上限荷重比40%以下の場合、繰返し荷重による曲げ耐力低下は生じないが、50%以上の場合疲労破壊までの繰返し数が少ない。④平均付着強度はシートの枚数が多くなると増加し、繰返し荷重は疲労により低下する傾向を示す、との結論をした。	
54	長支間PC床版の移動輪荷重走行疲労試験による耐久性評価	長谷俊彦、上東泰、安松敏雄	コンクリート工学年講	1999	21-3	259-264	1	1			1															PC床版の押し抜きせん断疲労強度。既往のRC床版疲労強度推定式を用いて実験値をS-N線と比較すると、RC床版よりも高い耐久性があると評価。	
55	PC床版の押し抜きせん断耐力評価に関する一考察	奥村征史、浜田純夫、松尾栄治、野村貞広	コンクリート工学年講	1999	21-3	559-564		1	1		1															PC床版に関する松井らの式の修正を提案	
56	タイバーを用いたフルサンドイッチ合成床版の終局耐力について	古内仁、上田多門、温泉重治、佐藤政勝	コンクリート工学年講	1999	21-3	1063-1068					1															合成床版。終局耐力はRCに準じて行うことで、妥当な評価を得ることが可能。	
57	既設RC床版の移動載荷試験による疲労耐久性評価	松本洋一、植木博、横山広、内藤浩治	コンクリート工学年講	1999	21-3	1135-1140	1	1			1												1			実橋より床版切り出し押し抜き耐力推定式(松井式、土木学会式、角田式)と実験の比較	
58	RC床版部分上面増厚工法の適用性に関する輪荷重走行疲労実験とFEM解析	菅野匡、長谷俊彦、谷倉泉、松井繁之	コンクリート工学年講	1999	21-3		1				1												1	1		段階施工に関する補強、実験とFEM解析の比較	
59	吹付け下面増厚補強した道路橋RC床版の補強効果	佐藤貢一、楡作正登、肥田研一、引地健彦	コンクリート工学年講	2000	22-1	517-522	1	1			1	1											1	1		供用30年以上経過したRC床版の疲労損傷に伴う、床版下面の補強鉄筋およびポリマーセメントモルタルの吹付け工法による補強と、補強効果の実験載荷試験による検討。効果ありとの結果。	
60	吹付けモルタルで下面増厚補強したRC部材の耐荷性状について	古内仁、恒岡聡、角田興史雄、吉住彰	コンクリート工学年講	2000	22-1	523-528		1	1		1															吹付け補強を行った、はり、スラブ供試体による載荷試験。静的押し抜きせん断耐力及び疲労による押し抜きせん断破壊において増厚補強の効果は十分に得られるとの結果。	
61	沖縄県におけるRC床版の耐久性調査	親泊宏、伊良波繁雄、舟木理、高山潤	コンクリート工学年講	2000	22-1	583-588																	1			損傷事例の調査結果。塩害による鉄筋の腐食等の事例報告。	
62	丸棒を用いたプレートガーター橋床版の曲げ・疲労について	田村隆弘、丸山久一、重松恒美	コンクリート工学年講	2000	22-1	589-594		1	1			1														丸棒を主鉄筋として使用されたプレートガーター橋床版の静的曲げおよび疲労強度について、供用40年経過した実橋から抽出した供試体による調査。結果は、供試体は健全であり解析において検証することが可能との報告。	
63	超軽量コンクリートを用いたPCスラブ桁のクリープ・乾燥収縮に関する検討	田附伸一、大庭光尚、石川雄康、濱田謙	コンクリート工学年講	2000	22-2	685-690																					
64	連続合成桁RC床版のクリープ・乾燥収縮解析	松田浩、倉方慶夫、ブナホシ・ソムホン、中村太一	コンクリート工学年講	2000	22-3	97-102																					
65	SFRCの曲げ疲労ひび割れ進展寿命の評価	水越睦視、松井繁之、東山浩士、内田美生	コンクリート工学年講	2000	22-3	199-204		1	1																	SFRCの疲労ひび割れの進展過程に着目した曲げ疲労試験と考察。疲労寿命の変動、ひび割れ進展状況を考慮した疲労寿命の評価。	
66	軽量床版の押し抜きせん断耐力に関する研究	原田良紀、浜田純夫、松尾栄治、津田久嗣	コンクリート工学年講	2000	22-3	715-720					1															軽量コンクリート床版およびRC床版の静的押し抜きせん断試験。松井、角田らの提案する耐力算定式を用いて実験結果との適合性について検討。さらに、軽量コンクリート床版に適用のための修正。道路橋床版の打替えにおける実用性について検討。	
67	炭素繊維シート補強RC補強スラブのせん断耐力に関する実験的研究	高橋義裕、佐藤靖彦	コンクリート工学年講	2000	22-3	721-726																				炭素繊維シート(CFRP)による補強を行った床版のせん断耐力およびひび割れ形状、ひずみについての考察。CFRP補強しない床版との比較。	

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に"1"を記入)													概要(結論)						
			名称	年	回号	頁	実験報告						設計方法			施工報告			その他 (任意に記述)							
							実橋載荷	版軸荷重	版定点点疲労	版耐荷力	梁疲労	梁耐荷力	他	解析	曲げM	他断面力	試験設計	主桁作用			総括教科書の記述	損傷事例	新設	補修	補強	
68	プレキャスト床版用クランプ継手の曲げ・せん断耐力および耐久性	石崎茂、松井繁之、金岡七、久保圭吾	コンクリート工学年講	2000	22-3	727-732					1	1														プレキャスト床版の継手部構造の提案。せん断耐力および疲労性状は従来継手と遜色ないとの報告。
69	プレキャスト床版の合成構造継手部の疲労強度に関する研究	山本博輝、浜田純夫、松尾栄治、藤岡靖	コンクリート工学年講	2000	22-3	733-738			1	1																プレキャスト床版の継手部構造の提案。継手部を合成構造とすることで、静的押抜強度および疲労強度は十分な強度が得られた報告。
70	SFLRCの道路橋床版への適用性に関する輪荷重走行試験	藤井伸介、松井繁之、藤木栄一	コンクリート工学年講	2000	22-3	739-744	1																			人工軽量骨材を使用しても、鋼繊維補強することで、RC床版と同等の疲労耐久性を持たせることが可能。
71	橋軸方向プレストレスを低減させたプレキャスト床版の疲労耐久性	辻本和敬、横山広、佐藤政勝、本田秀人	コンクリート工学年講	2000	22-3	745-750			1	1																プレキャスト床版の橋軸方向プレストレス量をフル(4N/mm ²)の75%、50%として疲労試験、静的押し抜きせん断試験を行った結果、RC床版に比して薄厚であるが、同等以上の疲労耐久性および耐荷力を有する。また、50%でも連続化が達成できていることの確認。
72	波型鋼板と軽量コンクリート床版の接合方法に関する実験的研究	立神久雄、田村聖、上平謙二、前畑伸平	コンクリート工学年講	2000	22-3	841-846																				
73	ハンチ後付けプレキャストPC床版の疲労耐久性及び静的破壊性状	佐藤政勝、関口幹夫、横山広、本田秀人	コンクリート工学年講	2000	22-3	913-918	1	1	1																	制作の省力化からプレキャスト床版の矩形部分とハンチを別に施工しエポキシ樹脂で接着。疲労および静的押し抜きせん断耐力は一体施工と比しても同等の値を得られた。
74	高力ボルトをずれ止めに用いたプレキャスト合成床版の耐荷性能について	横山広、佐藤政勝、辻本和敬、相川收	コンクリート工学年講	2000	22-3	1183-1188																				
75	輪荷重走行試験によるCPC床版を用いた鋼合成桁の疲労特性	山口浩平、堤忠彦、浜田純夫、日野伸一	コンクリート工学年講	2000	22-3	1189-1194																				
76	走行荷重が作用するRCはりの曲げ耐力と動的影響に関する研究	阿部忠、澤野利章、木田哲量、坪松学	コンクリート工学年講	2000	22-3	763-768					1	1														RC梁の静的載荷試験および走行載荷、さらに衝撃を考慮した走行載荷試験による報告。走行後の耐荷力の低減、衝撃の結果と示すの衝撃係数との比較など。
77	コンクリート表面保護材の長期ひび割れ追従試験について	成瀬雅也、田中広昌、関雅樹、丹間泰朗	コンクリート工学年講	2001	23-1	433-438							1													コンクリートの表面保護材のひび割れ追従試験を、実橋の測定結果から実橋に近いモデル、荷重で行った結果。および今後の課題等。
78	ずれ止めに山形鋼を用いた中空合成床版橋の構造特性と設計法	佐藤政勝、武井博久、板谷馨	コンクリート工学年講	2001	23-1	679-684																				
79	モルタル合成軌道桁のRC床版のひび割れ制御に関する研究	数藤久幸、岩田節雄、西村剛、森田浩隆	コンクリート工学年講	2001	23-1	781-786																				
80	FRPシートを下面接着したRC版の押し抜きせん断性状	三上浩、岸徳光、栗橋祐介、松岡健一	コンクリート工学年講	2001	23-1	847-852					1															FRPシート補強することで同等の耐力が評価できる。
81	下面増厚した道路橋床版の増厚構造の最適解	横山和昭、菅野匡、佐藤貢一、Meer Mohan	コンクリート工学年講	2001	23-1	1111-1116		1																1	下面補強工法の一般的特徴として、打ち継ぎ面の剥離または補強筋の降伏が使用限界状態となる。補強により既設床版の鉄筋応力を低下させるには、一概に鉄筋量大、増厚大が効果大とは言えず、小さいモルタル弾性係数、補強鉄筋量、増厚量の適切な組み合わせを検討している。	
82	鋼床版舗装コンクリートへの繊維補強ポリマーシート	伊藤正憲、早川健司、玉井伸一、前田欣昌	コンクリート工学年講	2001	23-2	241-246																				
83	拡幅床版を有するPC箱桁橋の施工上の課題と対策	渡辺将之、福永靖雄、石井祐二、加藤大典	コンクリート工学年講	2001	23-2	1261-1266																				
84	床版防水工とコンクリート床版の付着性状がもたらす影響	野村謙二、魚本達人	コンクリート工学年講	2001	23-2	1303-1308																				

No	文献名	著者名	出典				分類(該当キーワード部に"1"を記入)														概要(結論)														
			名称	年	回号	頁	実験報告						設計方法				施工報告			その他 (任意に記述)															
							実橋 載荷	版 輪荷重	版 定 点 疲 勞	版 耐 荷 力	梁 疲 勞	梁 耐 荷 力	他 他	解 析	曲 げ M	他 断 面 力	試 設 計	主 桁 作 用	総 括 教 科 書 的 記 述			損 傷 事 例	新 設	補 修	補 強										
85	Cracking and Ultimate Strength of Externally Prestressed Steel-free Concrete Deck Slabs	Ammar HASSAN, Makoto KAWAKAMI, Kyoji NITANI, Ayuko MISE	コンクリート工学年講	2001	23-3	511-516																													
86	偏心載荷したRC床版の押抜きせん断耐力	東山浩士、松井繁之、伊藤定之	コンクリート工学年講	2001	23-3	517-522				1												1													RC床版の押抜きせん断耐力に与える偏心荷重の影響を考察。試験供試体数が少ないため、明確な耐力比を得てはいないが、偏心により(e/L=0.3程度)耐力が低減する傾向があり、推定式を誘導。
87	FEMによるスラブの押し抜きせん断破壊性状の解析	八若幹彦、檜貝勇、中村光、斎藤成彦	コンクリート工学年講	2001	23-3	523-528				1																									PC床版の押し抜きせん断耐力をFEM解析によって評価。供試体試験との比較により概ね評価が可能である。押し抜きせん断耐力におけるプレストレスによるコンクリートの圧縮軟化の影響小。
88	アンカー筋のみで接合したRC板の曲げ載荷試験	小谷美佐、小林将志、小原和宏	コンクリート工学年講	2001	23-3	529-534				1																									アンカー筋本数、径、鉄筋量を変化させた曲げ載荷試験の結果。接合条件によるひび割れ性状について整理。
89	少数主桁合成桁のPC床版に関するクリープ・乾燥収縮の影響評価について	上平謙二、中井俊雄、上野修、富田耕司	コンクリート工学年講	2001	23-3	571-576																													FEM解析によりPC床版のクリープ・乾燥収縮の影響を評価。さらに、過度な引張応力度を発生させない有効な打設方法や境界条件の設定を検討。

(2) 2次調査シート

1次調査の文献から、損傷（疲労劣化）の要因や損傷メカニズムの解明、床版の設計施工に関する今後の対応手法等に関する重要文献を抽出し、2次調査シートとして1枚の書式に整理し、その概要を報告する。

各重要文献は以下に示す分類分けを行い整理する。これは次章「3.3 床版損傷の危険度簡易判定」に関連し、そこで着目すべき項目毎に分類することで理解を深めることを目的としている。

■ 損傷の要因

- ・ 荷重条件 _____ 分類①
- ・ 構造条件 _____ 分類②
- ・ 施工条件 _____ 分類③
- ・ 材料条件 _____ 分類④
- ・ 環境条件 _____ 分類⑤

■ 損傷のメカニズム _____ 分類⑥

■ 今後に対する問題提起，技術提案 _____ 分類⑦

■損傷の要因

・荷重条件

分類①

道路橋床版の設計技術基準である道路橋示方書は、床版損傷事例の増加およびその原因解明の研究が進むにつれて、また通行車両の変化に合わせて改訂が繰り返されてきた。床版に作用する荷重としては、自重である死荷重、通行車両による活荷重(衝撃を含む)が挙げられるが、ここでは床版損傷の一因となる活荷重についてまとめてみる。

道路橋示方書に則して活荷重規定の変遷を見ると、昭和14年版より道路等級が一等橋・二等橋に分類されている。車両荷重は、13tf(一等橋)、9tf(二等橋)であった。ただし、この昭和14年版までは、自動車荷重のほかに転圧機の荷重(一等橋17tf、二等橋14tf)も規定されていた。また衝撃係数は、既にこの時点までに規定されていた。昭和31年版では、転圧機の荷重がなくなり、TL荷重(一等橋T-20、二等橋T-14)が制定された。昭和39年版より、L荷重において主載荷荷重(幅5.5m)、従載荷荷重の規定が明示されている。昭和48年版に湾岸道路・高速自動車国道用にTT-43が示された。この後、平成6年版にA活荷重、B活荷重が登場し、TT-43、TL-20、TL-14が廃止された。この様に車両自体の大型化に合わせて、活荷重は大きく変更されてきている。

床版の損傷要因、破壊に至る過程の研究という側面から活荷重を考えると、昭和40年代の床版損傷が大きな問題となり始めた頃より、設計荷重を上まわる荷重が作用していること、その活荷重が繰返して作用することによる疲労が大きな影響を与えているという記載が複数の論文にある。この後、定点繰返し載荷実験から移動式輪荷重載荷実験に至る様々な検証が行われている。これらの実験・解析によって得られた知見として次のような事が挙げられている。クラック発生後の床版は、荷重の移動により変動する組合わせ応力の反復作用が、ひびわれ面の損耗とひびわれ端進展を促し、比較的low荷重でも最終的にせん断破壊へ至る(「輪荷重の反復作用下での道路橋RC床版の低サイクル疲労特性」園田恵一郎ら、土木学会論文集、1988年2月)。輪荷重走行試験より得られた合理的なS-N曲線を利用し疲労寿命を計算した結果、疲労強度的には輪荷重の大きさだけでなく、車両の通行位置も大きな影響因子と考えられる(「道路橋RC床版の疲労寿命照査と疲労設計」野村朋宏ら、土木学会第43回年次学術講演会1988年10月)、など。

これらを踏まえ荷重条件による床版損傷の要因としては、下記を選んだ。

- ①大型車両の走行台数が多い
- ②走行車両の衝撃がある

題名	輪荷重の反復作用下での道路橋RC床版の低サイクル疲労特性
著作者名	園田恵一郎、堀川都志雄
出典	土木学会論文集 第390号/V-8
年月日	1988年2月（昭和63年2月）
ページ	97-106
キーワード	鉄筋コンクリート床版、ひび割れ損傷、輪荷重疲労試験、低サイクル疲労特性、終局耐力
資料作成者	宮地鐵工所 山下
概要	<p>RC床版のひび割れ損傷は広義の疲労現象であり、この現象は自動車荷重特有の荷重の移動・繰返しに大きく起因すると発表してきた。許容応力度法に基づくRC床版の設計においては、荷重の移動は影響面を利用して最大曲げモーメントの決定のみに考慮されているが、ひびわれ床版の力学的応答は線形ではなく、荷重の移動による変動する組合わせ応力の反復作用は、ひびわれ面の摩耗とひびわれ端進展を促し、比較的低荷重の下でもRC床版は疲労破壊し得ることを指摘した。しかし、これらの知見は定性的なもので、定量化し設計へ反映するには至っていない。RC床版の疲労強度を定量的にとらえることは非常に困難であるが、実橋床版の損傷状況を調べると乾燥収縮による初期ひびわれに加え、過積載車の反復走行が床版の疲労に与える最も大きい要因と推測する。</p> <p>本研究では、RC床版の曲げひびわれ損傷過程の究明を目的とし、10^4回程度の走行を限度とした低サイクル疲労実験を行い、ひびわれの進展、鉄筋応力の変化、たわみの増大などに与える荷重と走行回数ならびにスパンや配筋方法の影響を調査した。さらに過積載車の走行がひびわれ損傷に支配的であると考へ、道路橋RC床版の疲労強度推定法を検討している。</p> <p>結論は、下記のようにまとめている。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) すべての実験床版は、静的荷重および走行荷重のいずれにおいてもコンクリート断面のせん断によって最終的に破壊し、破壊時には鉄筋の破断を伴わなかった。 (2) 圧縮筋を有する床版は、有しない床版より疲労寿命が短かった。この主たる原因は、圧縮鉄筋の拘束によって発生する乾燥収縮によるひびわれが初期欠陥として作用したものと考えられた。 (3) 荷重走行の床版の破壊に与える影響は非常に大きい。荷重の1回走行時の床版の耐力は、床版中央の静的耐力の50～80%に減少した。 (4) 設計荷重相当の2倍程度以下での荷重の走行繰返しでは、鉄筋の応力はあまり変化せず、また配筋鉄筋の応力はRCばりの慣用設計値よりかなり小さい。 (5) 主鉄筋と平行なひびわれ幅は、断面の変形のみではなく、ひびわれ面のコンクリートの摩耗によっても大きくなった。 (6) 損傷が進みひびわれがスリット化した床版のせん断力に対する支持機構は、主筋方向のはりとしての機構に変化し、最終的にはある有効幅をもつはりとしてのせん断破壊に床版は支配されると推察できた。 (7) 上記有効幅を弾性薄板理論を用いて求め、コンクリート標準示方書のせん断補強筋をもたないはりのせん断疲労強度式を適用することにより、10^4回以下の低サイクル領域での平均値付近と10^4回以上の高サイクル領域での松井らによる疲労耐力の実験値を十分に予測できた。 (8) 道路橋示方書により設計されたRC床版で上記せん断疲労強度式を適用すれば、許容応力度設計法による同じ曲げ強度をもつ床版でも有効高さが大きくなれば、疲労寿命が伸びることがわかった。

床版の損傷に関する文献調査シート

分類①

題名	道路橋RC床版の疲労寿命照査と疲労設計
著作者名	野村朋宏、松井繁之、福本? 士
出典	土木学会第43回年次学術講演会 I-190
年月日	1988年10月 (昭和63年10月)
ページ	434-435
キーワード	鉄筋コンクリート床版、ひび割れ損傷、せん断耐力、疲労、輪荷重走行試験、寿命評価
資料作成者	宮地鐵工所 山下
概要	

過去のひび割れ損傷を教訓にして、道路橋鉄筋コンクリート床版の設計法は、昭和42年頃から数次にわたり改訂されたが、昭和63年現在の道路橋示方書(昭和55年版)でも下記の問題があると指摘している。

- ①ひび割れを考慮した曲げモーメント式を与えていない。
- ②せん断に対する照査がない。
- ③疲労を考慮していない。

輪荷重走行試験によって求めた合理的なS-N曲線を利用し、昭和39年版と昭和55年版という2種類の示方書によって設計した床版について疲労寿命を計算し、結果比較と考察を行っている。S-N曲線の縦軸は、(作用荷重/ある幅の主鉄筋断面のせん断耐荷力)の無次元量(P/Psx)で表示することにより配力鉄筋量が違って、S-N曲線が1本に統一化され、任意の断面の疲労寿命を推定できる。

RC床版のひびわれ損傷過程は、初期に荷重の走行に起因するねじりモーメントと配力鉄筋断面に作用するせん断力の交番により主鉄筋方向ではり状化し、その後主鉄筋断面がせん断力によって疲労破壊すると説明できる、としている。疲労強度的には、輪荷重の大きさだけでなく、通行位置も大きな影響因子と考えている。

この計算での荷重頻度分布は、やや古い建設省と阪神高速道路公団の2ケースを使っており、疲労寿命に著しい差が出ている(図-A)。荷重データの違いは、疲労寿命に大きな影響を与えていることがわかる。また最頻車両通行位置は、支間中央にした方が良い、という結果となっている(図-B)。そして疲労設計例として、阪神高速道路公団の荷重データを用い設計寿命を50年、雨水の影響を考えた結果、昭和55年版の示方書で定めている床版厚よりも若干薄くできる、としている。

	支間 (m)	T _r (年) (建設省)	T _r (年) (阪神高速)
昭和55年版	2.1	35	4375
	2.5	87	8510
	3.0	9	1237
	3.5	8	1153
	3.9	5	652
39 年 示 方 書	2.1	0.8	97
	2.5	2	288
	3.0	0.3	31
	3.5	0.2	24
	3.9	0.1	12

図-A 荷重データと疲労寿命の関係

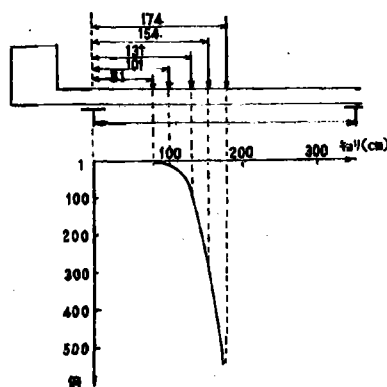


図-B 走行位置位置の影響

■ 損傷の要因

・ 構造条件 _____ 分類②

調査文献の「道路橋床版の問題点」国広哲男（橋梁と基礎 1968年7月）にも示されるように、昭和40年代から道路橋RC床版の損傷が目立ち始め、大きな問題となっている。

これらを受け、昭和42年9月には、「橋梁の床版設計について—鋼道路橋の鉄筋コンクリート床版に関する道路局長通達—」、昭和43年5月には、「鋼道路橋床版の設計に関する暫定基準（案）および施工に関する注意事項」が通達の形で出されており、この通達の前後で床版の耐力に大きな違いがあると考えられる。また、調査文献の「鉄筋コンクリート床版の押抜きせん断耐荷力の評価式」前田幸雄ら（土木学会論文集 昭和59年8月）においても、鉄筋量との関係が整理をされている。よって下記の①及び②を次章の損傷度の判定要因とした。

床版自体の剛性や耐力とは別に、床版損傷に影響がある要因として支持桁の不等沈下の影響が懸念される。これは、現行の道路橋示方書においても付加曲げモーメントが考慮されているのは周知の通りである。また、調査文献の「東名高速道路における鋼橋RC床版の損傷の経年変化」石井孝男ら（土木学会第49回年次学術講演会 平成6年9月）において、主けた本数と床版損傷に関連があることが報告されている。よって下記の③を次章の損傷度の判定要因とした。

さらに、調査文献の「水環境下にある道路橋RC床版の耐久性向上のための防水工の研究」松井繁之ら（構造工学論文集 平成3年3月）においては、防水工の必要性が強調されている。よって下記の④を次章の損傷度の判定要因とした。

調査文献などを踏まえ、床版損傷の要因のうち構造条件によるものとして以下を選定した。

- ①床版の剛性：昭和43年暫定基準（案）適用
- ②配力筋の量：昭和42年局長通達
- ③支持桁の不等沈下の影響：桁間のたわみ差
- ④防水層の有無：防水層の施工

題名	道路橋床版の問題点
著作者名	国広哲男
出典	橋梁と基礎
年月日	1968年7月（昭和43年7月）
ページ	1-5
キーワード	鉄筋コンクリート床版、道路橋示方書、T-20、配力鉄筋、不等沈下
資料作成者	宮地鐵工所 山下
概要	<p>1968年（昭和43年）当時、道路橋RC床版の破損が目立ち始め、大きな話題となった。本編は、その床版の破損状況を基にして問題提起をしている。床版に穴があくまでの破損過程を具体的に説明し、破損の原因とそれに対する注意事項について述べている。ただし、ヒビワレ発生原因そのものには、触れていない。つまりヒビワレが発生し易い状況、破損が進む原因について設計条件、環境、施工などから考えられる知見が記されている。</p> <p>破損の過程については、当時と現在に違いは見られない。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 主鉄筋方向にヒビワレが生じる。 (2) 主鉄筋直角方向にもヒビワレが生じる。 (3) ヒビワレが成長し、床版の全厚に及び、遊離石灰が見られるようになる。 (4) ヒビワレ同士が互いにつながり、コンクリートの剥離が始まる。 (5) 床版に陥没が生じる。 (6) 床版に穴があく。 <p>このように、現在と同じ観察状況となっている。そして破損が進む原因として、下記の項目を挙げその注意事項について述べられている。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 主鉄筋直角方向の曲げモーメントM_y 2. 床版の厚さ 3. 輪荷重の大きさとその設置面積 4. 輪荷重の奇跡と繰り返し載荷 5. 各主桁間の不等沈下の影響 6. 鉄筋の許容応力 7. 連続桁の場合の中間橋脚上の補強 8. コンクリートの品質 9. 施工精度 10. コンクリートの打継ぎ目 <p>この中で、1. では、配力鉄筋比（配力鉄筋量/主鉄筋量）について国内の示方書、指針、道路局長通達（昭和42年）そしてアメリカ、ドイツの規定との比較を行っている。また、4. では、繰り返し荷重に対する問題提起を行うなど、多くの問題点を指摘し注意を呼びかけている。</p>

題名	鉄筋コンクリート床版の押抜きせん断耐荷力の評価式
著作者名	前田幸雄、松井繁之
出典	土木学会論文集 第348号/V-1
年月日	1984年8月(昭和59年8月)
ページ	133-141
キーワード	押抜きせん断耐荷力、ダウエル効果
資料作成者	JFEエンジニアリング 猪村
概要	

◎押抜きせん断耐荷力算定式の提案

角田らが実験結果から統計的に求めたのに対し、破壊状況の観察から仮定した応力状態を元に、載荷領域が長方形の場合にも非常に精度の良い以下の算定式を提案した。

$$P = \tau_{s,max} \{2(a+2x_m)x_d + 2(b+2x_d)x_m\} + \sigma_{t,max} \{2(4C_d + 2d_d + b)C_m + 2(a+2d_m)C_d\}$$

応力状態の仮定

- ・表面からある深さ(中立軸深さ)まで45度方向に最大せん断応力が一様に分布する。せん断の限界周は、載荷板端から中立軸深さ分離れた矩形周。
- ・かぶり部では破壊始点が最大引張応力としてかぶりの2倍まで三角形分布する。
(引張鉄筋のダウエル効果によるかぶりコンクリートのはく離破壊)
- ・引張側コンクリートはせん断に抵抗しない。
- ・圧縮鉄筋のダウエル効果は考慮しない。



Fig. 2 Modeling of punching shear failure of slab.

◎押抜きせん断耐荷力への各種パラメーターの影響

- ・床版厚、かぶり、載荷板の大きさは、耐荷力に正比例で影響を与える。
- ・かぶりが3cmの場合、圧縮コンクリートのせん断が60%、ダウエル効果が40%を分担。
- ・コンクリート強度、鉄筋比(引張鉄筋)も主要因子となっている。

◎提案式の適用範囲

- ・床版厚 7~22cm
- ・かぶり 1~4cm
- ・コンクリート強度 200~500kgf/cm²

◎提案式の補正

- ・配筋筋が少ない時など、4隅でのダウエル効果を見逃す必要がある。
- ・L/aが小さい(載荷幅が床版支間に対して大きい)時には、載荷板の剛性の影響で、荷重が等分布に作用しない影響を考慮する必要がある。

ただし、通常の道路橋床版では補正の必要はない。

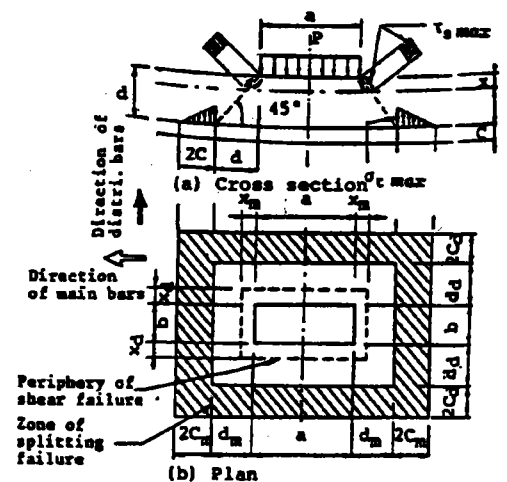


Fig. 3 Stress distributions at punching shear failure.

床版の損傷に関する文献調査シート

分類②

題名	水環境下にある道路橋RC床版の耐久性向上のための防水工の研究
著者名	松井繁之、栗山研一、園田恵一郎、上林厚志
出典	構造工学論文集 Vol. 37A
年月日	1991年3月（平成3年3月）
ページ	1419-1428
キーワード	鉄筋コンクリート床版、防水工、疲労損傷
資料作成者	川崎製鉄 小島
概要	<p>本研究では、RC床版に防水工を施工することにより、疲労損傷の進行を抑えることができるとの観点から床版に直接輪荷重を作用させる小型の輪荷重走行試験機を用いて、材料学的に望ましいと考えられる防水工を施した床版の疲労実験を行い、防水工の疲労耐久性と舗装との接着性について基礎的資料を得たものである。</p> <p>そして、道路橋に適用できる防水工を模索し、防水工の効果評価手法の確立をめざしたものである。</p> <p>実験の目的</p> <p>RC床版の疲労損傷は、舗装中を浸透した雨水により疲労劣化がさらに加速していると推定されている。従って、床版の上面に防水工を施すことが疲労耐久性を確保する上に非常に重要であると考えられる。しかしながら、現在の防水工は主に建築物の屋根防水を目標に置かれていたため、道路橋床版への適用に際しての十分な検討資料は少ない。</p> <p>荷重量が大きく、かつ、小さな載荷面積で作用する輪荷重を担う道路橋床版に適用する場合には、疲労耐久性が重要な評価項目になる。</p> <p>対象防水工（舗装）の種類</p> <p>エポキシ樹脂、ゴム化アスファルト、アクリル樹脂、アクリルゴム系樹脂、アクリルコンクリート、エポアス舗装、アスファルト舗装</p> <p>実験方法</p> <p>床版供試体の上面を乾燥と水張りに分け、各防水工（+舗装）で、繰り返し载荷を行う。</p> <p>実験のまとめ：本偏では以下のことが明らかにされている。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 床版下面に漏水が発生してから破壊に至るまでの時間は非常に短く、上面のコンクリートが骨材化することが確認され、床版には防水工が必要であることが明らかになった。 2) 各防水工の特性が比較検討されている。但し、「ここで示した結果は、相互を比較対照するには価値があるが、各結果そのものを実橋に直接適用するべきではないだろう。」と位置づけている。 3) アスファルト舗装には防水効果は期待できないが、その剛性（特に、15℃以下）による床版との合成効果と、輪荷重の荷重分配効果によって、床版コンクリート上面の応力を低減させ、ひびわれ発生を遅延させる効果があり、このため見かけ上、床版の耐久性向上の効果があることを示している。

床版の損傷に関する文献調査シート

分類②

題名	東名高速道路における鋼橋RC床版の損傷の経年変化
著作者名	石井孝男、国原博司、渡辺英夫、古賀秀幸
出典	土木学会第49回年次学術講演会
年月日	1994年9月（平成6年9月）
ページ	684-685
キーワード	鉄筋コンクリート床版、疲労損傷、ひびわれ
資料作成者	川崎製鉄 小島
概要	

床版の損傷機構の解明ならびに補修・補強技術の技術が確立されてきているが、それらの検証に適用可能な長期間に渡る損傷データはほとんど整理されていなかった。しかし、RC床版の設計および維持管理においてひびわれ損傷の経年変化の傾向や橋梁構造とひびわれ損傷との傾向を把握することは重要である考え、その基礎資料として、東名高速道路における鋼橋RC床版の調査を基に、長期間に渡る床版の損傷傾向を報告したものである。

損傷判定方法

東名高速道路では、昭和53年度からひびわれ密度法による損傷判定を、昭和60年度からは漏水・遊離石灰法による損傷判定を実施している。

実験のまとめ：本編では以下のことが明らかにされている。

供用年数と損傷の関係

- ①ひびわれ密度は供用年数に伴い増加している。
- ②損傷ランクの高いパネルほどひびわれ損傷の進行が早い。
なお、供用13年を境として進行速度が変化している。
- ③パネル損傷率は、毎年2%増加している。

主げた本数と損傷の関係

- ①4本主げた橋は3本主げた橋よりパネル損傷率が高い。
- ②パネル損傷率は走行車線が、追越車線より高い。
- ③3本主げた橋に比べて4本主げた橋の方が、2方向ひびわれの発生頻度が高い傾向にある。

題名	道路橋床版の最小厚さに関する研究
著作者名	横山広、堀川都志雄
出典	構造工学論文集 Vol. 48A
年月日	2002年3月（平成14年3月）
ページ	1169-1176
キーワード	厚板理論、床版厚さ、曲げ応力、曲げ引張強度、大型車交通量の割増係数、プレストレス、疲労限界状態
資料作成者	住友重機械工業 吉田
概要	

道路橋RC床版の損傷過程が、初期ひび割れの発生から輪荷重の走行繰返し作用を受けて損傷が拡大し、最終段階では陥没崩壊に至るという進行性の疲労現象であることが、多くの研究機関の精力的な研究により明らかにされてきた。初期ひび割れの原因としては、自動車荷重の増大や材料強度の不足、施工不良、床版厚さの不足や鉄筋量の不足、鋼桁の拘束によるコンクリートの乾燥収縮等が挙げられ、それらが複合的に組合わされて初期ひび割れの発生をもたらす場合もある。また、床版の耐久性に関しては、初期ひび割れの影響が大きく、それを防止することが性能照査型設計の観点からも重要と考えられる。

本研究では、道路橋床版の支間部、張出床版支点上における初期ひび割れの発生が、自重や輪荷重による床版上下縁の曲げ引張応力 σ_{bt} とコンクリートの曲げ引張強度 f_{bk} との大小関係により決定されるという力学的特性に着目する。具体的には、厳密な応力が解析できる厚板理論を用いて局所応力を算出し、普通強度、高強度コンクリートにおける曲げ引張強度とを比較する。ここでいう厚板理論はKirchhoff-Loveの仮定を用いて誘導される薄板理論とは異なり、3次元弾性論の変位関数 f_3 （ガラキンベクトル）と Φ_3 （ブーシネスクの関数）に基づく厳密な理論で、直接応力や変位が算出できる。ただし、張出床版支点上においては厚板理論のみでは計算上の制約を受けるため、厚板理論のみでは計算上の制約を受けるため、厚板理論を拡張した混合法を用いる。

以下に本研究における検討結果を記す。

- (1) 床版損傷の引き金となる初期ひび割れの発生の原因として、曲げ応力と曲げ引張強度との大小関係に着目する場合には、厳密な局所応力が算出できる厚板理論が有効である。
- (2) 厚板理論を用いて、初期ひび割れを生じさせない最小版厚と支間長の関係を検討した。その結果、現行の道路橋示方書における床版厚さの算定式に、さらに、大型車交通量の割増係数 ($k_1=1.25$) を考慮する場合、支間中央部および張出床版支点上の何れも安全側の版厚となる。
- (3) プレストレスを導入する床版 (PC床版) の厚さは、設計基準強度に支配されるが、曲げ引張応力の曲げ引張強度に対する超過量分に相当するプレストレスを導入する場合、床版はパーシャルプレストレス状態となり、フルプレストレス状態に比べて床版厚が低減できる。
- (4) PC床版支間中央部における最小版厚について、材料係数 $\gamma_c=1.0$ (使用限界状態)、 $\gamma_c=1.3$ (疲労限界状態) を考慮した検討を行った。その結果、連続版の場合、使用限界状態、疲労限界状態とも現行道示による規定 $0.9(4L+11)$ の方が最小版厚は大きくなっているが、単純版では疲労限界状態の値よりも小さくなる。これは、道示が疲労問題を考慮せずに床版最小版厚を規定しているためと考えられ、床版の耐久性向上の観点から、道示の規定を見直す必要があると推察される。ここで、検討したPC床版の最小版厚の定義は、①橋軸直角方向の曲げ引張応力を許容しないフルプレストレス状態、②上縁応力が $f'_{ck}/3$ 以下、③橋軸方向の応力が曲げ引張強度 f_{bk} 以下、としている。

■ 損傷の要因

・ 施工条件

分類③

RC床版に限らず、構造物がその性能を発揮するためには適切な施工が必要条件である。床版損傷が目立ち始めた1968年（昭和43年）当時に報告された「道路橋床版の問題点（国広，橋梁と基礎，1968）」で既に、打設時に作成した標準供試体の強度は満足しているがコアボーリングにより採取した供試体の強度は外観，比重，強度ともに明らかに劣っていたという報告があったこと，一般のコンクリート部材と比して厚さが小さいので厚さおよび鉄筋配置誤差の影響が大きく損傷要因になりうること，コンクリートの打継目に破損を生じている場合が多く，位置，打継目の処理に関する配慮が必要であること，が指摘されている。

しかし，施工の優劣に着目した耐久性の低下に関する報告はその性質上少なかった。床版の耐久性に影響を与える要因として管理の問題に触れている文献も見られた。これらについては直接目視にて確認できない不具合であるため，十分な施工管理が必要なのは言うまでもない。

- ・ 1960年代前半までは川砂利と川砂の利用率が70%以上を占めていたが，高度経済成長にともなう建設ラッシュにより，川砂利，川砂から砕石，砕砂，海砂，山砂，陸砂へ骨材の主流が移行している。使用に際し十分な配慮が必要になるものもあり，注意を要する。特に砕石砕砂の使用はワーカビリティを低下させるため単位水量の増加が提案されていたこともあり，品質の低下が想像できる。
- ・ やはり高度経済成長に合わせて，ポンプ施工が採用されたしたが，当時は圧送性の高い低品質なコンクリートが安易に使われたと言われている。また，経済性を追求するために，軽量コンクリートが積極的に採用されることもあったが，軽量骨材は一般に多孔質で吸水率が高く，ポンプ圧送性を低下させ閉塞の原因となり，施工不良の原因となる。

「2002年制定 コンクリート標準示方書（土木学会，2002）」や，「コンクリートのポンプ施工指針【平成12年度版】（土木学会，2000）」などにより，適切に施工する必要がある。

施工完了時に確認できる初期欠陥として，ひび割れやジャンカなどが挙げられる。その原因は多種に渡るが，大抵は適切な施工が行われなかった結果生じるものである。適切な補修が行われていない場合，様々な劣化が促進されることは想像に難くない。たとえ適切な補修を行った場合でも，欠陥が内在する可能性が残る。よって，床版損傷の危険性を判断する材料として，施工時の初期欠陥の有無を挙げる。

■ 損傷の要因

・ 材料条件 ————— 分類④

RC 床版を構成する材料は、コンクリートと鉄筋である。鉄筋は JIS に規定された工場製品であり安定な品質を有する材料であるが、一方のコンクリートは、多種多様な材料の中から構造物や施工条件に合わせて選定された材料を現場で混ぜ合わせて使用するため、コンクリートとしての品質に与える影響因子は非常に複雑である。その中でも骨材は、容積の約 7 割を占める材料であり、コンクリートの性能に大きく影響するものである。

一般的なコンクリート構造物における材料の影響に関する知見については、コンクリート標準示方書を初めとする諸文献を参照されたい。

「アルカリ骨材反応による RC 床版の損傷 (杉江ら, 1994)」では、アルカリ骨材反応による損傷は、橋脚等に発生した場合に比べ、耐荷力や剛性に与える影響が小さいことが報告されている。また、アルカリ骨材反応による RC 床版の損傷例の報告は極めて少ない。「アルカリ骨材反応抑制対策について (建設省技調発第 370 号 平成元年 7 月 17 日付け)」により対策がとられており、これ以前に施工された床版で反応性骨材の産地の場合、注意が必要である。

コンクリート材料に起因する RC 床版の損傷に関する報告はごく少数であるが、床版損傷の要因として、「不的確材料の使用の有無」を挙げておく。

RC 床版の乾燥収縮によるひび割れについて、「鉄筋コンクリート床版の乾燥収縮ひび割れに関する研究 (今井ら, 1983)」にてその発生機構を説明している。乾燥収縮による拘束ひび割れは、脱型時に発生していなくても、2~3 年を超えて生長する可能性のあること、連続桁の不静定反力による影響が大きいこと、コンクリートの種類によって弾性係数や収縮特性が異なるためにひび割れ特性も異なることが示されている。また、乾燥収縮ひび割れは、床版の疲労耐久性を低下させるきっかけとなっているとの報告が多くされているが、これまで非合成桁の設計に関してはこの影響を反映していない。膨張コンクリートの採用などにより、収縮を抑えて拘束ひび割れ発生を抑制するなどの対策が有効であろう。

また、最近、PC 床版などを用いた長支間床版で床版厚の厚い場合や、打継目などで、水和熱による温度応力や自己収縮・乾燥収縮などの影響によるひび割れ発生が報告されており、コンクリートの材料特性に関する評価については、更なる研究が待たれる。

題名	アルカリ骨材反応によるRC床版の損傷
著作者名	杉江功、児島孝之、杉山功、村山康雄
出典	コンクリート工学年次論文報告集 Vol.16, No.1
年月日	1994年月(平成6年月)
ページ	1111-1116
キーワード	ひび割れ損傷、アルカリ骨材反応(AAR)、健全度判定
資料作成者	JFEエンジニアリング 猪村
概要	

◎部材厚の小さなRC床版に関するアルカリ骨材反応による損傷報告は極めて少ないが、アルカリ骨材反応特有のひび割れ損傷が認められた実橋床版の追跡調査(ひび割れ状況調査, コア採取試験)を行い、実橋載荷試験等の結果から健全度を判定し補修方法方法を選定している。

◎ひび割れ調査

確認されたアルカリ骨材反応(AAR)特有の損傷

- ・橋軸、橋軸直角方向を明確に判別できない。
- ・3方向ひび割れが120°に交わる状況を確認。
- ・ひび割れ発生量、ひび割れの進展は経年により床版全体に分布し、進行性がある。

AAR特有の損傷と異なる状況(橋脚などの例と比較して)

- ・ひび割れ幅は最大0.3mmでほとんどは0.2mm以下に留まる。
- ・ひび割れ部でのコンクリート表面のずれが観察されていない。

他の特徴

- ・ひび割れ密度は通常の床版と比較して非常に大きい。
- ・橋軸直角方向ひび割れが卓越する様な傾向はない。
- ・ひび割れ幅の大きな成長は見られない。
- ・ひび割れの深さは5cm以上に至っており、鉄筋のかぶりを超えている。
- ・漏水、遊離石灰、錆び汁の流出は見られない。

◎コア採取試験

一般的に行われる各種試験(圧縮強度、超音波伝搬速度、静弾性係数、等価アルカリ量、骨材のX線解析、促進養生によるコア膨張量など)ではAARと判定できなかった。AARの手掛かりとしては、骨材の産地が化学法によって有害と判定されていることと、若干ではあるがコア断面に反応リングが確認された点であった。

◎実橋載荷試験

ダンプカーによる載荷試験による床版のたわみは、等方性版で全断面有効とした理論値に近い。

◎まとめ

AARによるRC床版の損傷は配筋、拘束条件の違いから橋脚などの事例とはかなり状況が異なり、耐荷力・剛性にあまり影響しないことがわかった。しかし、ひび割れ状況から判断し、耐久性に関する対策として、鉄筋や吸湿性の反応生成物に対し水を遮断することを目的に、防水層の設置と鋼板接着および樹脂注入を行った。

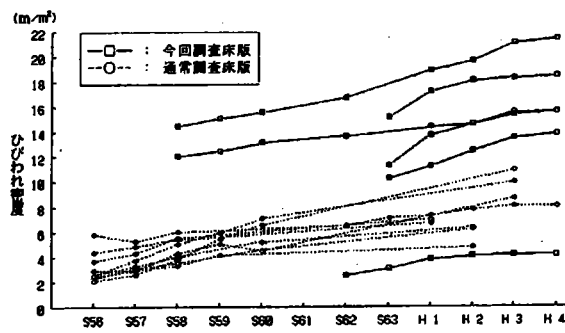


図-4 ひびわれ密度の経年変化図

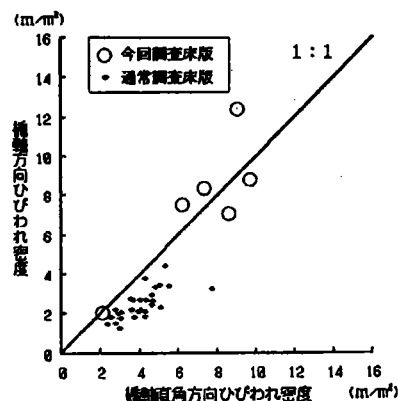


図-5 ひびわれ密度比較図

■損傷の要因

・環境条件

分類⑤

コンクリート部材の経年的な劣化としては、中性化、塩化物イオンの侵入に伴う鋼材の腐食、凍結融解作用、化学的侵食に伴うコンクリートの劣化、活荷重等による疲労などが挙げられる。

道路橋の RC 床版においては、かぶりに生じた乾燥収縮や施工ひび割れを起点として損傷が進行するものと考えられるが、鉄筋の腐食ひび割れは床版下面には現れず、引張側の主鉄筋および配力鉄筋位置で水平面状に拡がること報告されている。このため、輪荷重の影響が小さくても凍結防止剤の侵入や塩害の影響により疲労耐力が低下する可能性がある。道路橋示方書コンクリート橋編（平成 14 年 3 月）においても塩害対策の最小かぶりが規定されており、特に塩害の影響が厳しい地域の場合にはかぶりを増す対策と塗装鉄筋の使用またはコンクリート塗装対策を併用する必要がある。一方、床版の中性化による劣化損傷に関しては文献調査からはあまり報告されていないようである。

以上のことを踏まえ、床版損傷の要因のうち環境条件によるものとして以下を選定した。

①塩害の影響度合い

②凍結防止剤の使用の有無

題名	RC部材の鉄筋腐食による損傷時の挙動に関する実験的研究
著作者名	前田研一、橘吉宏、梶川康男、角本周
出典	構造工学論文集 Vol.35A
年月日	1989年3月（平成元年3月）
ページ	1115-1128
キーワード	鉄筋コンクリート床版、鉄筋腐食、電食法、付着強度、定点疲労試験、押し抜きせん断耐力
資料作成者	官地鐵工所 山下
概要	<p>コンクリート構造物は、海砂の使用、海水から飛来付着する塩化物や凍結防止剤に使用される塩化物の浸透などによる塩害が各地で報告されるようになってきている。道路橋においても、損傷を受けた構造物に対し、その耐用年数を確保するために、補修補強が実施されている。この補修補強の検討での大きな要因は、鉄筋の断面欠損量である。断面欠損は、鉄筋腐食の典型的な損傷であるが、鉄筋軸に沿ったひびわれや剥離の例が報告されている。ひびわれや剥離は、鉄筋の腐食生成物の膨張により生ずるものであり、これが断面欠損と同様に耐力低下、破壊形式の変化に影響する。しかし、これらの耐力低下機構は、解明されていない。本稿では、腐食による損傷状況と耐力低下との関係を系統的にまとめることを目的に実験を行い、腐食損傷を受けたRC構造物の安全性ならびに補修・補強工法の選定を検討する上での一つの判断材料となれば、．．．と報告している。</p> <p>実験は、スターラップを有しない単鉄筋単純ばりを用いた腐食状況の確認、付着強度試験、そして厚さ18cmのRC床版供試体を用いた疲労試験と押し抜きせん断試験を実施している。供試体の鉄筋は、いずれも付着力により定着している。今回の実験での鉄筋腐食方法は、鉄筋に電流を流して腐食を促進させる電食法を用いている。この方法により通電日数を変化させることにより、腐食程度を調整している。</p> <p>実験の結果を下記に簡潔に記す。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 腐食損傷により破壊形式の変化と耐力の低下が見られた。破壊形式の変化は、RCばり試験体では、曲げ破壊から付着せん断破壊へと、またRC床版供試体では押し抜き破壊形式に変化が見られた。 (2) 耐力低下に影響を及ぼす損傷は、腐食によるひびわれであり、鉄筋の断面欠損に加えてひびわれ発生の有無が、力学的挙動を論ずるうえでの1つの分岐点となる。このひびわれは、RC床版供試体では主鉄筋と配力鉄筋を含む水平面状に進展した。 (3) この腐食ひびわれと耐力低下機構との関係は、RCばり供試体では付着せん断応力の伝達の欠如であると推定される。RC床版供試体では、腐食ひび割れによりダウエル作用が耐力に寄与する効果を低減させることが推定される。 <p>このようにRCばりとRC床版の腐食劣化挙動は、共通するところがあり、RCばりの腐食劣化挙動を把握することによりRC床版の腐食劣化挙動をある程度推測可能である。</p> <ol style="list-style-type: none"> (4) 腐食損傷したRCばり供試体の載荷初期の挙動は、非腐食RCばり供試体の再負荷時の挙動と類似の挙動を示した。 (5) 腐食損傷を受けたRC床版供試体は、輪荷重による疲労を想定した場合に、非腐食RC床版供試体と同様に剛性は低下した。 <p>本研究では、RC床版の水平面状の腐食ひびわれによるモーメント分配の変化や耐力低下の機構などを解明するには、至っていない。</p>

床版の損傷に関する文献調査シート

分類⑤

題名	沖縄県におけるRC床版の耐久性調査
著作者名	親泊宏、伊良波繁雄、舟木理、富山潤
出典	コンクリート工学年次論文集 Vol. 22、No. 1
年月日	2000年（平成12年）
ページ	583-588
キーワード	耐久性調査、塩害、交通荷重、疲労
資料作成者	日本構造橋梁研究所 山村
概要	<p>沖縄県内のRC床版を有する橋梁からコンクリートの劣化・損傷が確認された5橋の中で、早急な補修・補強が必要であると判断された2橋（桃原橋、安谷屋橋）について調査結果をまとめた。</p> <p>◎調査概要</p> <p>コンクリートコアを採取し、圧縮強度試験、全塩化物含有量試験（塩素イオン）、中性化深さの測定を実施。</p> <p>◎桃原橋</p> <p>昭和48年に架設、海岸近くに設置（平座島－宮城島間）、RC単純T桁橋</p> <ul style="list-style-type: none"> ・主桁及び床版にひび割れ幅の大きい有害なひび割れが非常に多く観られる。 ・床版の下面側コンクリートには、剥離や剥落および浮きやひび割れ、鉄筋の腐食膨張。 ・海側のほとんどの主桁側面には水平ひび割れが全長に渡って生じている。 ・ひび割れ幅は、床版で1mm程、主桁で10mm程であり、塩害による鉄筋の腐食膨張による損傷である。 ・コンクリート圧縮強度は、設計基準強度以上の値が得られた。 ・コンクリートの中性化深さの測定結果は2.0cm～3.8cmであり、鉄筋までは達していない。 ・塩化物含有量は、表面で0.25～1.0kg/m³、内部で0.31～0.4kg/m³であり、規制値の0.3kg/m³より大きい。 ・劣化要因は、海水飛沫による高濃度の塩化物が原因。さらに、本橋の建設当時は塩化物の規制がなかったため、建設当時に0.4～0.7kg/m³程度の塩化物が混入されていたことも要因のひとつである。 <p>◎安谷屋橋</p> <p>昭和61年に架設、沖縄自動車道北中城ICへの連絡道路（内陸部）、4径間連続RC床版鋼板桁橋</p> <ul style="list-style-type: none"> ・床版下面に主鉄筋方向のひび割れとそこからの遊離石灰の滲みが観られる。 ・第2スパンにひび割れが集中して発生。橋面上（舗装面）のひび割れと合致する貫通ひび割れも数カ所確認。 ・ひび割れ幅の平均は0.2mm程、最大2mm前後。 ・コンクリート圧縮強度は、設計基準強度以上の値が得られた。 ・コンクリートの中性化深さの測定結果は1.0cm程であり、鉄筋までは達していない。 ・塩化物含有量は、平均0.1kg/m³、最大で0.303kg/m³であり全体的に少ない。建設当時塩化物の総量規制が行われていた。 ・損傷要因は、交通荷重の増加に伴う床版の疲労による。

道路橋 RC 床版の損傷メカニズムの解明について、先人により多くの研究がなされてきている。

損傷が表面化した 1960 年代には、国広の報告（1968 年）にあるように、配力筋方向の曲げモーメントの過小評価による配力筋の少なさ、あるいは床版の曲げ剛性の小ささが問題視されていたようである。

スラブは押抜きせん断破壊については、その複雑な構造特性から破壊機構が解明されるのに時間を要した。押抜きせん断耐荷力の評価式は実験データの回帰式によるものであったが、1984 年によく前田・松井によって押抜きせん断耐荷力の評価式が提案され、静的強度が精度良く評価できるに至った。

疲労強度については、1973 年頃から行われてきたが、1976 年に多点繰り返し載荷試験が提案され、岡田らの研究（1982 年）によって、ひび割れパターンの再現がされ、床版の損傷は、荷重が移動することが大きな原因であることが分かった。1983 年に、やはり前田・松井により考案された輪荷重走行試験機による疲労試験は、床版の損傷過程が再現され、かつ S-N 曲線を得られるために、疲労耐久性を評価する方法として非常に有益な研究であった。試験結果より、荷重の走行によって疲労強度が大幅に低下するのは配力筋断面に作用する鉛直せん断力とねじりモーメントが交番することが原因であるとした。

その後、複数の研究機関に輪荷重走行試験機が導入され、多方面からの研究がなされるようになった。RC 床版の疲労強度もマイナーの累積被害則が成り立つことから実橋床版の余寿命を評価することが可能になり、また、ひび割れ密度とたわみとの関係から、床版の劣化度を評価する方法などが提案されている。特に、先述の岡田らによる多点繰り返し載荷試験において得られた、湿潤床版の疲労耐久性の低下について、松井らは、1987 年に床版上面に水を張った輪荷重走行試験を行い、現行示方書（当時、昭和 55 年版）での乾燥状態の床版の 1/40 に低下することを確認し、床版防水工の施工が床版の耐久性を確保するためには必須であることを提言した。更に、損傷床版の補強工法や鋼床版、PC 床版、鋼・コンクリート合成床版などの新形式床版の性能検証等にも利用され、床版に関する研究・開発にはなくてはならない手法となっている。

これらの研究から、RC 床版の損傷メカニズムは、ほぼ解明されたと言って良いであろう。以下に、松井により橋梁と基礎（1998 年 5 月）に掲載された床版損傷メカニズムの説明を転記する。

◆—————◆
床版の損傷メカニズム（主筋方向が橋軸に直角な場合を想定）

①主として主筋方向のひび割れの発生

RC床版は鋼桁に支持された構造のため、合成桁はずれ止めにより、非合成桁もスラブ止めにより、鋼桁に固定され、床版コンクリートの乾燥収縮などによって、床版には主として橋軸方向に引張り力が生じます。この状態で輪荷重が載ると、橋軸方向、橋軸直角方向の双方に曲げモーメントが生じますが、ひび割れは主に橋軸直角方向に先に生じます(図-3.2.1, 段階Ⅰ)。

②橋軸直角方向にひび割れが入ると、配筋方向の曲げ剛性が主筋方向に比べてかなり小さくなり、床版は等方性から異方性になります。板としての構造が梁としての挙動に近くなるわけです。この変化によって主筋方向への曲げモーメント負担が増加し、配筋方向(橋軸方向)のひび割れが生じることになります。これによってひび割れは二方向に発生することになります(図-3.2.1, 段階Ⅱ)。

③二方向にひび割れた版は、版全体としてのせん断剛性、ねじり剛性が低下し、ひび割れ幅を大きくしたり、ひび割れの数を増やすことになり、損傷は更に進行し、亀甲状のひび割れが生じることになります(図-3.2.1, 段階Ⅱ～Ⅲ)。

④この損傷の進行により、ひび割れのなかには床版を貫通するものも生じて、床版表面からの水の浸透・流入が始まり、コンクリートのひび割れを通過する際に水中に溶け込んだCa⁺⁺が床版下面に漂い、空中の炭酸ガスと結合して白色の生成物である遊離石灰が発生することになります。

⑤貫通ひび割れを有する床版上を輪荷重が通行することにより、ひび割れの開閉、ひび割れのこすり合わせ挙動による摩耗が生じ、ひび割れ交点での角落ちなど、床版の損傷は急速に進むことになります(図-3.2.1, 段階Ⅲ)。

⑥この状態が進行すると、ひび割れが大きくなり、剥離や陥没が進むことになります。この段階では床版の表面には放射状あるいは蜘蛛の巣状のひび割れが生じることが多くなります。陥没が起こったところでは、鉄筋が残った状態で、コンクリート片だけが落下するのが観察されています(図-3.2.1, 段階Ⅳ)。

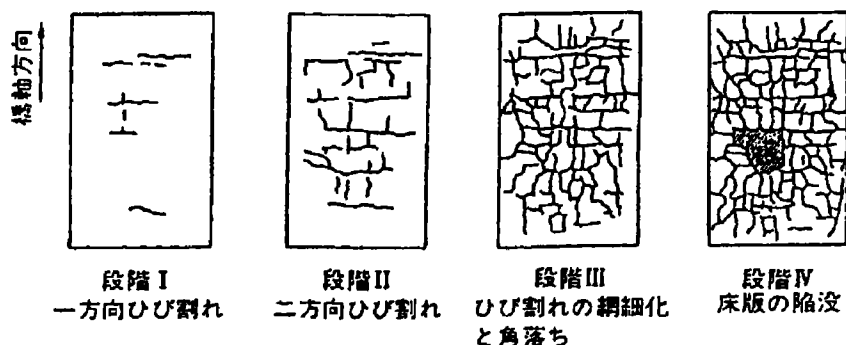


図-3.2.1 道路橋 RC 床版のひび割れ損傷過程

損傷のきっかけになる橋軸直角方向ひび割れの発生は、コンクリートの乾燥収縮を鋼桁および鉄筋が拘束することで発生する引張応力が原因である、としている報告が

多く、多くの場合そのような現象が起きていると考えられる。しかし、岡田らの報告では、拘束応力の影響なしに曲げひび割れが貫通する可能性を示唆しており、乾燥収縮によるひび割れは損傷を早める要因ではあるが、疲労による進行性のひび割れとは区別して論じており、進行性のひび割れはひび割れ面に直角方向の横方向せん断とねじりせん断による応力集中に起因するとしている。

多くの試験結果から、最終的な RC 床版の破壊形態は押抜きせん断破壊であることが明らかになっている。

海外、特に北米においては、疲労損傷よりも凍結防止剤散布による塩害により床版が損傷する事例が多く、逆に疲労に対する安全率が高すぎるとの評価であったようである。環境条件、交通事情により、損傷状況が異なるという興味ある話である。

なお、1985 年（昭和 60 年）7 月に発行された、「既存橋梁の耐荷力と耐久性（土木学会関西支部）」に、それまでの研究成果がまとめられているので、参照願いたい。それ以降の最新の知見については、土木学会が平成 10（1998）～15（2003）年にかけて発行した、「鋼橋（道路橋）床版シンポジウム講演論文集」、「道路橋床版の新技術と性能照査型設計」に詳しく、また、「鋼橋の床版①～⑩（橋梁と基礎、1998）」は、床版の歴史から今後の課題についてまとめており参考になる。

題名	道路橋鉄筋コンクリート床版のひび割れ損傷と疲労性状
著作者名	岡田清、岡村宏一、園田恵一郎、島田功
出典	土木学会論文集 第321号
年月日	1982年5月(昭和57年5月)
ページ	49-61
キーワード	ひび割れ損傷、疲労、移動繰り返し載荷試験
資料作成者	JFEエンジニアリング 猪村
概要	

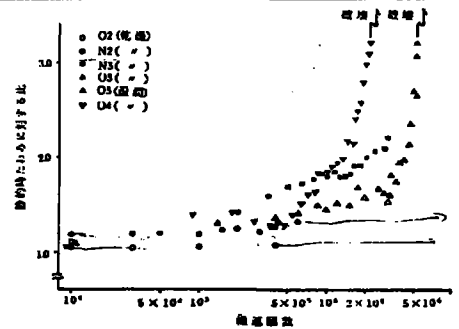


図-8 11t 載荷時の中央点たわみの変化 (1t=9.8 kN)

表-4 破壊荷重

供試体	破壊荷重 (t)	総繰返し数	備考
N ₁	63.6	静 荷	計算値 66 t
N ₂	破壊せず	230×10 ⁴	最大荷重 25 t
N ₃	-	513×10 ⁴	23 t
O ₁	59.6	静 荷	計算値 75 t
O ₂	25.0	276×10 ⁴	(主筋の破断を伴う)
O ₃	17.4	826×10 ⁴	主筋破断せず
O ₄	11.0	256×10 ⁴	-

注) 1t=9.8 kN
* 角鋼も鋼による押抜きせん断式による値。

(1) 実橋床版で観測された損傷過程を記述。

- ①1方向(主鉄筋方向)のひび割れ発生
- ②直交する2方向のひび割れ発生
- ③格子状または亀甲状のひび割れ網の形成と遊離石灰の露出
- ④ひび割れ面の局部欠落やかぶり部コンクリートの剥落
- ⑤床版の穴あきや橋床面の陥没

(2) 静的載荷、固定・移動繰り返し載荷試験により、実橋採取床版と、同じ設計の新床版とを比較している。

- ①設計後輪荷重の作用で曲げひび割れが発生する。
- ②荷重の移動により曲げひび割れは、格子状あるいは亀甲状のパターンになる。
- ③荷重の移動繰り返しにより、ひび割れ量は増加するが増加率は減少しひび割れ量は停留する。
角落ちやすり減り量は繰り返し数の増加とともに多くなる。
- ④ひび割れ面のすり減りはひび割れ面をスリット状にし、移動荷重による交番応力により貫通に至る。
- ⑤ひび割れ床版の静的耐力はひび割れのない床版の85%あるが、疲労耐力は静的耐力の1/2以下、
湿潤床版は1/5の荷重でも疲労破壊の可能性はある。
- ⑥ひび割れ初期の鉄筋応力は引張無視の値より十分小さいが、ひび割れ面がスリット状になると
ひび割れ無視応力にほぼ等しくなる。ただし大きく超えることはない。
- ⑦ひび割れ網の初期状態のたわみは全断面有効等方性版、劣化床版は引張無視直交異方性版の計算値に一致。

(3) ひび割れを考慮した3次元応力解析で応力状態、ひび割れの進行過程を説明している。

- ①ひび割れ断面は平面保持しないが、曲げ圧縮応力は引張無視の値にほぼ一致。
- ②荷重近傍では、横せん断力により中立面近傍にせん断応力集中が発生。
荷重から離れた位置では、ねじりモーメントによって床版上面にせん断応力集中が生じる。
- ③横せん断によるひび割れが中立面より上に発生しても、引張鉄筋応力は引張無視の値にほぼ一致。
- ④荷重移動に伴うひび割れの開閉現象は引張鉄筋の付着力の損失により起こる。
- ⑤ひび割れの貫通は、ひび割れのスリット化でせん断抵抗が低下した後、横せん断とねじりせん断が
交互に作用することによりひび割れが中立面、上面から進展して貫通する。
- ⑥貫通ひび割れは床版の至るところで発生しうるが、間隔は下面の曲げひび割れ間隔よりかなり大きい。

進行性ひび割れは3次元的な応力集中に起因しており、貫通に至ると剛性不連続による強度低下、浸水による疲労強度低下を招くため、進行性ひび割れをいかに防ぐかが今後の課題。乾燥収縮ひび割れについて、その存在はひび割れ網の完成を早める要因だが、ひび割れ床版の基本的な力学的特性を変えるものではない、と結んでいる。

題名	鋼橋RC床版の破損機構に関する一考察 ——大型疲労試験機による移動繰返し試験結果——
著作者名	後藤祐司
出典	橋梁と基礎
年月日	1983年8月（昭和58年8月）
ページ	111-115
キーワード	床版損傷機構、実物大供試体、疲労試験、静的耐力と疲労耐力、貫通ひび割れ、すり磨き作用
資料作成者	住友重機械工業 吉田
概要	

日本道路公団では、床版損傷に対する原因の究明と損傷防止対策の確立、および各種補修・補強方法の検討のため、昭和51年度より大型疲労試験機による床版疲労試験を実施している。その結果、東名・名神での設計をもとに作製した実物大供試体を用いた試験からは、静的耐力50t、疲労耐力25t程度と静的耐力に対する疲労耐力の比は約50%という結果が得られた。一方、東名・名神で実測した輪荷重の最大値は、約10t程度であり、上記の疲労試験結果からいえば、疲労耐力は輪荷重レベルを大きく上回っており、版厚の薄い旧設計（昭和48年以前）の床版でも疲労破壊は生じないことになる。しかし、実橋床版の損傷事例を見ると

- ① 同一の橋梁内でも全面には損傷は発生せず、特定の個所に限られる。
- ② 追越し車線より走行車線の方が損傷を受けている。
- ③ 損傷個所は格子状のひび割れが発達し、水の浸透および漏水により床版下面に遊離石灰、コンクリートの微粉末および鉄筋の発錆汁が溶出している場合が圧倒的である。

以上のことから、床版損傷の原因として貫通ひび割れからの漏水が重要な要因をなすと考え、人為的に過度の貫通ひび割れを発生させた床版を作製し、漏水を生じさせた状態で移動繰返し载荷試験を行った。

まず、人為的な貫通ひび割れを発生させるため、床版を裏返して载荷し、床版上面にひび割れを入れて、疲労試験を行った。この方法では、床版を裏返しから戻したときには自重および疲労下限荷重により、ひび割れは0.05mm程度に閉じてしまい、载荷初期にはわずかの水の浸透もあったが、時間の経過とともに漏水はストップし、損傷の進行は認められなかった。そこで、施工ひび割れを人為的に発生させるため劣悪な条件下で床版を製作して試験を実施した。

その結果、漏水に伴い貫通ひび割れから多量のコンクリートのすり減り粉末が流出し、損傷の進行が顕著に現れ、疲労耐力が著しく低下した。試験結果から得られた静的耐力に対する疲労耐力の比は、約35%と前述した通常の場合に得られる値に比較して著しく小さな値である。

以上のことをまとめると、床版の損傷機構として

- ① 乾燥収縮等による過度の貫通ひび割れの発生
- ② 雨水のひび割れへの浸透と漏水
- ③ すり磨き作用を発生させるだけの輪荷重作用
- (④ 塩分による鉄筋の発錆)

実橋床版では①～③の条件が同時に重なった個所に損傷が進行し、顕在化したと考えられる。また④は、損傷の進行に伴い、輪荷重による押抜きせん断破壊が生じなくても、ひび割れ幅の拡大のため、鉄筋の発錆が損傷の進行を著しく促進することが考えられることから、損傷加速要因として付け加えた。

昭和48年以降の設計で床版厚を22～23cmに増加したのは、せん断耐力を増大させる意味で非常に有効である。しかし、鉄筋位置での施工ひび割れは相変わらず発生しており、凍結防止剤の侵入により鉄筋が発錆し、かぶりコンクリートが剥離する損傷形態が今後も懸念される。このための対策として、施工管理の強化、設計かぶり厚の増加、防水シートの採用、膨張コンクリートの採用、プレストレスの導入、防錆鉄筋の使用等が考えられる。

題名	桁の拘束によるひびわれ損傷を受けたRC床版の走行試験
著者名	藤田琢也、林田充弘、松井繁之、堀川都志雄
出典	土木学会第52回年次学術講演会
年月日	1997年 9月 (平成 9年 9月)
ページ	332-333
キーワード	乾燥収縮、ひびわれ損傷、貫通ひび割れ、輪荷重走行実験
資料作成者	大日本コンサルタント 浅野
概要	

本研究は、炭素繊維接着工法が施された損傷RC床版の疲労実験とその補強効果の確認実験に先立って、実橋と同程度のひびわれ損傷を受けるRC床版を再現するための輪荷重装置による走行実験を行った。実橋とほぼ同じ支持条件を想定するために、床版端部に曲げ剛性の大きな桁を平行に配置し、床版と桁とをずれ止めを介して接合する合成桁タイプの床版を製作した。コンクリート打設後、床版は桁の拘束を受けて自由な収縮が妨げられることにより、乾燥収縮によるひびわれが発生する。その後、走行実験を開始して乾燥収縮がどのように進展するのか、特に、床版上面に発生するひびわれと貫通ひびわれとの関係に着目しつつ、床版の劣化過程を調査した。走行回数と床版のたわみ、鉄筋ひずみ、ひびわれ開度ならびに段差量との関係を調査し、全断面有効時や引張無視時の計算値との比較を行った。さらに、床版の崩壊をもたらす要因の一つとも言われている貫通ひびわれと床版の損傷度との関係を示している。

<走行実験でのたわみおよび主鉄筋ひずみ>

床版上面での不陸や支持条件の違いで設定荷重の±20%程度変動するため、荷重を約90分割の柱状に置換した値を全周単純支持された解に代入することにより、床版の主鉄筋ひずみに関する疑似影響線(下図-6)が得られた。

<走行実験による床版の損傷度>

既往の研究によるS-N曲線とマイナー則を用いて、本実験床版の損傷度を算定した。また、動的計測による実測値から荷重1tf当たりの大きさを比較するために、単位荷重当りの弾性量の増分を成長率として計算した。

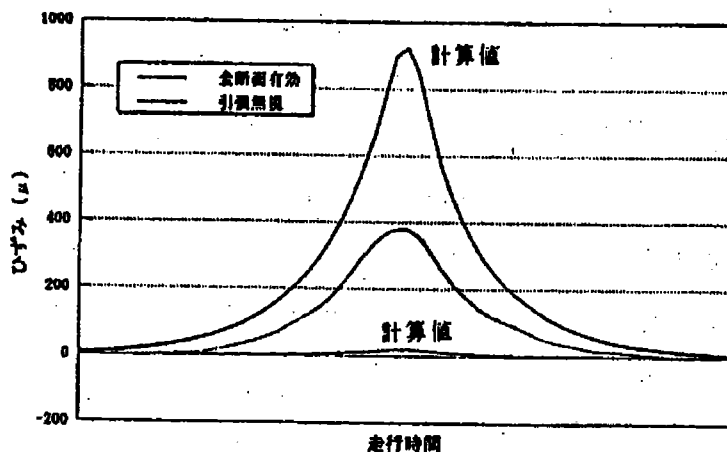


図-6 走行下での主鉄筋ひずみの実測値と計算値

■今後に対する問題提起、技術提案 ————— 分類⑦

道路橋鉄筋コンクリート床版の損傷は昭和40年代から現在までに多くの調査・研究が行われ、損傷防止のためにその技術基準である道路橋示方書が順次改訂されてきた。しかし、高度成長期に大量に建設された橋梁は近々一般に道路橋の耐用年数といわれている50年を迎えようとしており、補修・補強により少しでも長く供用できるような対策が重要な課題となっている。

道路橋床版に関する研究は様々な観点から推し進められており、文献調査による研究テーマのキーワードを列記すると以下の通りである。

◇既設橋床版に対する研究

- ・点検に関する新技術
- ・劣化判定法，劣化予測法の提案（ひびわれ密度，たわみ）

◇設計手法に関する研究

- ・張出し床版部の設計新提案
- ・性能照査型設計（耐荷力，疲労&腐食耐久性，荷重分配効果，桁不等沈下の影響）
- ・限界状態設計法
- ・FEM（有限要素法）解析による設計

◇材料に関する研究

- ・コンクリートひび割れ対策（膨張コンクリート，繊維系混入コンクリート）
- ・防水層（施工対策，新材料）

◇新床版形式に関する研究

- ・鋼コンクリート床版
- ・海外の事例（無筋床版，長支間RC床版，等）

題名	道路橋RC床版の劣化度判定法の一提案
著作者名	松井繁之、前田幸雄
出典	土木学会論文集
年月日	1986年10月
ページ	419-426
キーワード	RC床版、劣化評価判定、たわみ、ひびわれ密度、損傷ランク
資料作成者	大日本コンサルタント 浅野
概要	

本論文は床版問題の重要課題の1つである既存橋梁床版の劣化度判定法について述べたものであり、室内で疲労実験した床版の挙動から、「たわみ」および「ひびわれ密度」が床版劣化を知る有効な指標であることを見出し、これらによる劣化度判定法を提案している。

<RC床版の使用限界状態の設定>

輪荷重走行試験機によるRC床版の疲労実験結果から、床版の活荷重たわみが劣化度過程判定の有効な指標であることを見出した。そして“RC床版の使用限界状態を、床版活荷重たわみが引張側コンクリート無視の直交異方性板理論値に達するとき”であると定義づけた。

<たわみによる劣化度評価法の提案>

引張側コンクリート無視の直交異方性板理論と全断面有効時の理論たわみを用いた劣化度判定式を示した。しかし、この判定法にはたわみの実測作業と解析作業を必要とし、実測時には交通規制の処置、解析時には構造条件を考慮した精度の高い計算が要求され、このような煩雑さからこの方法は詳細点検時の判定法であるといえる。

$$D_s = (W - W_0) / (W_c - W_0)$$

ここに、 D_s : 劣化度→活荷重たわみが引張側コンクリート無視の理論値に達した状態の劣化度を1.0, 供用開始前の健全な状態を0

W_0 : コンクリートの全断面を有効と仮定した等方性板の理論たわみ

W_c : 引張側コンクリート無視の状態での直交異方性を考慮した理論たわみ

<ひびわれ密度による劣化度判定法の提案>

道路管理者は通常点検時において簡易に床版劣化度を判定する方法を切望している。このため、輪荷重走行試験による結果から限界ひびわれ密度を $10.0\text{m}/\text{m}^2$ としたひびわれ密度比による劣化度評価法を示している。ただし、ひびわれ密度による方法にも一長一短があるため、正確な評価には両者の併用が望ましい。

$$D_c = C_d / 10.0$$

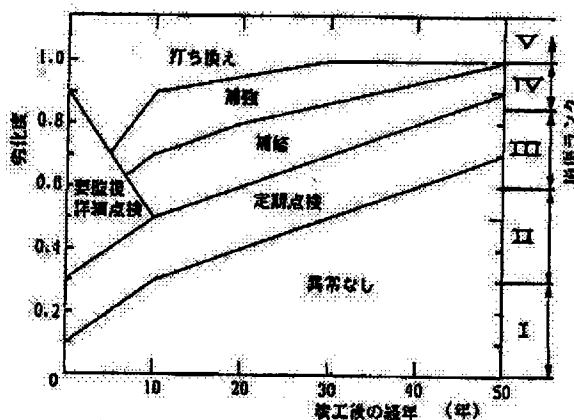
ここに、 D_c : ひびわれ密度による劣化度

C_d : ひびわれ密度

ただし、ひびわれ密度が $10.0\text{m}/\text{m}^2$ に達している床版に対してはたわみによる判定を必要とする。

<判定ランクと劣化判定法による評価結果の相関>

従来用いられてきた損傷ランク分けと上記二つの劣化判定法によって評価した結果をどのように対応させるべきか、試案として劣化判定評価のランク分けを行い、維持管理の対策について時間を考慮したものを提案している。



図一十一 ひびわれ床版の損傷ランクと対策の区分に関する試案

床版の損傷に関する文献調査シート

分類⑦

題名	床版の技術開発 ー耐久性の向上、施工合理化ー
著作者名	松井繁之
出典	橋梁と基礎
年月日	1997年8月
ページ	84-94
キーワード	RC床版、疲労損傷機構、過積載車両、長支間床版、プレキャスト床版
資料作成者	サクラダ 山本
概要	

◎床版の損傷種類

床版の問題は、我が国を含むアジアの諸国では過積載の大型車による疲労問題であり、欧米では塩害による鉄筋の腐食が問題であるが、共に時間を関数とする耐久性問題といえる。どちらもRC床版上面に発生しているひび割れが直接原因で、乾燥収縮が桁に拘束されること、ならびに、輪荷重によるねじりモーメントの交番作用によって、上面ひび割れが起こるものと考えている。よって、床版問題は世界共通と認識してよいのではないかと考える。

◎疲労損傷機構

第一段階：橋軸直角方向に初期ひび割れ、第二段階：床版下面に曲げひび割れ網の形成、上面にもひび割れ
 第三段階：雨水の浸透、第四段階：橋軸直角方向のひび割れにおけるひび割れ面相互の磨耗
 第五段階：破壊、陥没

◎床版の疲労耐久性向上の方策

- 1) 初期の乾燥収縮ひび割れを防止する。
 乾燥収縮のないコンクリートの使用、プレキャスト床版の採用、橋軸方向プレストレスの導入
- 2) 過積載車を追行させないようにする。
- 3) 橋軸直角方向のひび割れを貫通させないか、そのひび割れ面の磨耗劣化を防ぐ
 橋軸方向プレストレス、配力鉄筋の増加（トラス鉄筋）
- 4) 主鉄筋断面のせん断耐力を大きくし、貫通ひび割れ後の疲労強度を向上させる。
 床版厚の増加、トラス鉄筋、主鉄筋方向にプレストレス
- 5) 床版上面ひび割れへの水の浸透を防止する。

◎長支間床版に対する対策

曲げ設計により床版厚が確保されていれば、せん断疲労破壊の可能性が小さくなる。その反面、曲げモーメントは車両数にほぼ比例して大きくなり、過積載車の影響が直接的に現れるので、鋼材の曲げ疲労破壊の方が発生しやすくなる。鉄筋の疲労を社さするため、S-N曲線の整備が必要となる。また、プレストレスした床版ではPC鋼材の疲労も考える必要があるであろう。

◎プレキャスト床版の問題点

プレキャスト版の場合、けた上に設置後の乾燥収縮による問題は少ないと思われる。あとは継手部の現場打ちコンクリートの乾燥収縮のみが問題となる。この部分に膨張コンクリートや無収縮モルタルを使用すれば安心できる。さらに、橋軸方向にプレストレスを導入すると疲労耐久性は確実に向上するであろう。建設時のコストが上がるが、設計寿命中の維持管理コストをむくめると問題にならないと思われる。

題名	鋼橋床版の性能照査型設計法
著作者名	大田孝二、川畑篤敬、小林潔
出典	橋梁と基礎
年月日	2001年6月
ページ	27-32
キーワード	床版、設計法、性能設計
資料作成者	大日本コンサルタント 浅野
概要	<p>性能照査型設計法への試案がいくつか発表され、同設計法が次第に浸透・普及しつつあることを示している。しかし、発表された設計試案の多くはコンクリート関係のものであり、鋼橋に直接関係する同設計法の試案が発表された例がないこともあって、鋼橋の設計関係者にはまだ性能照査型設計に対してなじみが薄く、その設計法が浸透するまでに至っていない。ここでは、同設計法への理解を深めることを目標として、鋼橋の設計関係者に対して具体的な性能照査型設計の例として床版の設計法を紹介する。</p> <p>1.性能照査型設計法の概要 要求性能、性能項目の規定と、各々の性能項目を満たすための照査方法の両方を備えた設計法を「性能照査型設計法」と呼んでいる。設計法としての性能照査型設計法がもたらす長所は… ①国際化に伴う設計の透明性の確保。 ②公共事業に対する説明責任の実現。 ③新材料、新形式構造の導入機会の拡大・迅速化と、これに伴う開発意欲の向上。 結果としての開発による建設コストの縮減化。</p> <p>2.鋼橋床版の持つべき要求性能と性能項目 「鋼橋床版の性能照査型設計法（試案）平成12年10月 土木学会」によれば、鋼橋床版の有すべき要求性能と性能項目は①供用性能（走行・歩行性、耐振動性、排水性、耐凍結性、低騒音性）、②耐荷力性能（供用荷重、桁作用、主桁の荷重分配、地震や風の水平荷重、輸送架設時荷重に対する耐荷力）、③疲労耐久性能（交通荷重の繰り返し作用に対する疲労耐久性、風など交通荷重以外の作用に対する疲労耐久性）、④材料耐久性能（鋼材の防錆、コンクリートの中酸化・凍結融解・アルカリ骨材反応、新材料の場合は劣化のメカニズムを調査のうえその劣化変質が起こらぬこと）、⑤マネジメント性能（供用期間中における初期建設費、維持管理費、更新費用が適正であること）、の5つの性能である。</p> <p>3.要求性能、性能項目、照査方法の例 鋼橋床版の疲労耐久性能を疲労試験により直接照査する方法では、現在行われている土木研究所の輪荷重移動載荷試験を例に挙げ、S-N図を前提にするのではなく、疲労試験の載荷パターンを標準化し、基準床版（RC床版）との比較で照査する方法を紹介している。</p> <p>4.床版構造に応じた性能照査型設計 鋼橋の床版すべてを対象に記述できるからこそ性能照査型設計法の意味があるのであるが、設計一般の次にはRC床版、PC床版、合成床版、鋼床版と、床版の種類ごとに性能規定が示されている。これは読者にわかりやすくするための判断からとったものである。</p> <p>5.RC床版における性能照査型設計法の適用 ここではRC床版を例にとり、性能照査型の設計作業の例が具体的に示されている。また、現在の設計手法である道路橋示方書平成8年版により設計された床版が、要求性能を満足しているか否かについて検証している。</p>

題名	道路橋床版片持部の限界状態を考慮した設計法に関する基礎的研究
著作者名	杉原伸泰、松井繁之、飯田純也
出典	土木学会第56回年次学術講演会
年月日	2001年10月
ページ	588-589
キーワード	床版片持部、異方性度、張出し版、床版片持部モーメント
資料作成者	大日本コンサルタント 浅野
概要	

現行の道路橋示方書における床版片持部設計曲げモーメント式は、相対する2辺のうち1辺が固定され他の1辺が自由である等方性無限片持版の解析結果をもとに誘導されている。しかし、実際のコンクリート系床版片持部では、主鉄筋量と配力鉄筋量の違い、および走行荷重によるひび割れ進展程度の違いにより異方性版であり、内側床版から連続した張出し版である。床版片持部の限界状態を考慮した設計を行う場合、さらには疲労耐久性が問題となる場合には、両者の違いによる影響が大きいと考えられる。

近年の橋梁合理化による張出し長の増大から、疲労耐久性を考慮する必要性が増大してくる。しかし、現在、片持床版部に対しては、数値解析による検討が若干行われているのみで、疲労載荷試験や走行試験によってコンクリートのひびわれが発生した状態の挙動に関するデータが皆無に等しい。

本研究では、設計曲げモーメント式の提案を行うための基礎研究として、鉄筋コンクリート床版、橋軸方向にプレストレスを導入したPC床版に対して輪荷重走行試験を行い、限界状態における片持版のひびわれ発生状況と断面分布状況の関係を求める。

<実橋梁床版を想定した異方性度による影響>

床版片持部における挙動特性をみるために、実際の橋梁を想定したモデル（非合成鈹桁、4本主桁、主桁間隔2.7m、片持部支間長0.5m、張出し長1.45m）を用いてFEM解析を行った。異方向性度 α^* とモーメントの関係は図2に示すとおり、 α^* が減少するとモーメント比も減少し、1次線形関係に近似することが確認できた。実橋RC床版では α^* の値は0.3程度となっており、等方性版の仮定と比較して、主鉄筋断面の曲げモーメント分担が大きくなっていると言える。

<走行試験実験方法概要>

供試体は上記実橋モデルFEM解析の結果から得られた曲げモーメント分布状況と同様になるように決定し床版供試体はRC床版モデル2種類、PC床版1種類を作成している。

<曲げモーメント値の比較>

図7, 8に比較結果を示す。図より主鉄筋方向曲げモーメントと配力鉄筋曲げモーメントともに道路橋示方書と比較して危険側であることがわかった。張出し版と片持版との比較では主鉄筋断面のモーメントに大きく影響することがわかる。以上より、異方性度および張出し版支持条件を反映した設計曲げモーメント式の誘導が必要であると指摘できる。

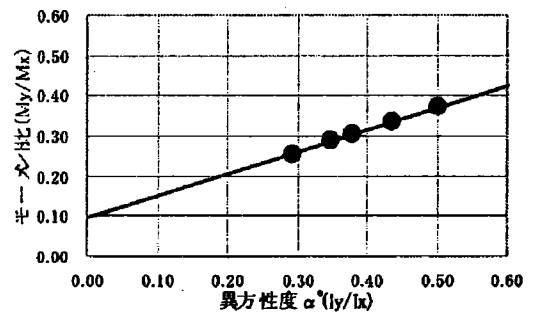


図2 α^* とモーメント比の関係

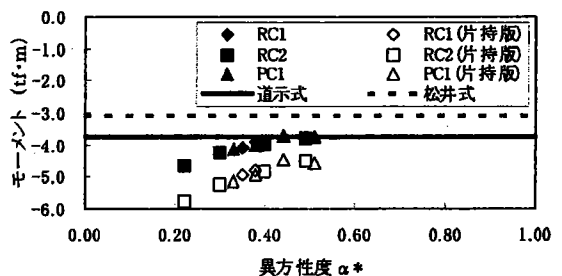


図7 主鉄筋断面モーメント比較

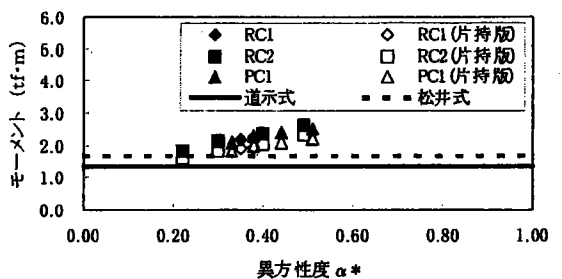


図8 配力鉄筋断面モーメント比較

床版の損傷に関する文献調査シート

分類⑦

題 名	RC床版における補修工法選定のための劣化予測手法の検討
著 者 名	樋口匡、大島俊之、三上修一、山崎智之、佐藤誠、工藤英雄
出 典	土木学会第58回年次学術講演会
年 月 日	2003年9月（平成15年9月）
ペ ー ジ	I-469 937頁
キーワード	RC床版、補修工法、劣化予測
資料作成者	大日本コンサルタント 浅野
概 要	<p>鉄筋コンクリート床版を補修する際は、床版の損傷度、損傷原因、補強効果、施工性、交通障害、経済性等を、考慮して工法を決定すべきである。しかし、工法選定は経験的な判断に依存しており、鉄筋コンクリート床版の劣化予測手法も確立されていない。従って、ひび割れを発生している既存床版について、その劣化度を合理的に判定し、補修・補強の時期を正しく推定し、工法選定を行う合理的な手法を確立することが急務となっている。</p> <p>本論文では、床版の補強・補修工法選定を行う合理的なシステムの構築を目的とし、その一環としてRC床版における劣化予測手法の検討を行った結果の報告である。</p> <p>1) 塩害による劣化予測</p> <p>文献1) による塩化物イオン濃度算定式から、コンクリート中の鉄筋が腐食するまでの年数を推定し、続けて文献2) による鉄筋腐食速度算定式から鉄筋腐食残存断面率を推定している。</p> <p>2) 疲労による劣化予測</p> <p>文献3) による3つの式から、日平均交通量3000, 7500, 12000台の3ケースにおける対象床版が破壊</p> <p>文献1) ; 土木学会コンクリート委員会 コンクリート標準示方書 [維持管理編] 2001 文献2) ; コンクリート工学年次論文報告集Vol. 12, No. 1, page77-82 文献3) ; 土木学会関西支部昭和60年講習会テキスト「既存橋梁の耐荷力と耐久性」 page22-116、1985</p>

3.3 床版損傷の危険度簡易判定

3.3.1 床版損傷の危険度簡易判定表の提案

床版損傷に関し、発生したクラックの変状を調査し、その損傷から床版の健全度を判断する手法はすでに確立されている。しかし、実際の橋梁において山間部の道路や溪谷、河川等に架かる橋梁において、床版下面からの調査は足場の設置や特殊な点検車を必要とするために時間と費用がかかり、床版の点検が十分行われていない橋梁が多数存在することが推察される。これは、橋梁点検の重要性は認知されているものの、限られた財源の中での、緊急性や優先度といった判断を行う際の材料が乏しいことが背景としてあることが推察される。

そこで、床版下面から行う詳細点検の前に、点検の優先順位や頻度等の判断を行うための資料として、既設の橋梁床版の諸元と日常の点検等から判断が可能なレベルで、床版損傷の原因とされている要因を列記し、それぞれの損傷要因に重み付けをおこない配点を行うことにより床版損傷の危険性が高いか低いかを判定する「床版損傷の危険度簡易判定表」の提案を行う。

3.3.2 床版損傷の危険度簡易判定表

(1) 床版損傷の危険度簡易判定表

床版損傷の要因に対し配点を行いそれぞれの要因に対し該当するかないかで採点を行う。採点の合計点数により、床版損傷の危険度を、危険性が高い、危険性がある、危険性が低い、の三段階で判定を行う。損傷要因は、既設床版の諸元と日常の点検等により判断し、特別な調査を必要としないレベルとした。

表-3.3.1 床版損傷の危険度簡易判定表

		影響度			備考
		大	中	小	
荷重条件	大型車の走行台数が多い	-2		+1	走行車両が多い場合や、過大な走行車両が通行する場合は影響度大
	走行車両の衝撃がある		-1	0	車両の走行による衝撃が有る場合は影響度中
構造条件	床版の剛性	-2		+1	昭和43年暫定基準(案)適用以降の場合は影響度小
	配筋の量	-2		+1	昭和42年局長通達適用以降の場合は影響度小
	支持桁の不等沈下の影響		-1	0	桁間のたわみ差が大きい場合影響度中
	防水層の有無	-2		+1	防水層が施工されていない場合影響度大
施工条件	施工時の損傷の有無	-2		0	施工時の損傷の存在が明確な場合は影響度大
材料条件	不的確材料の使用の有無		-1	0	不的確材料の使用が明らかな場合は影響度中
環境条件	塩害の影響を受けるか		-1	0	塩害の影響を受ける場合影響度中
	凍結防止材の使用の有無		-1	0	凍結防止材が使用される場合影響度中
合計点数					表中の点数の合計

判定

床版損傷の危険性が高い	-3点以下
床版損傷の危険性がある	-2点～0点
床版損傷の危険性が低い	+1点～+4点

(2) 採点例

表-3.3.2 都市高速道路床版－採点例

		影響度			備考
		大	中	小	
荷重条件	大型車の走行台数が多い	(-2)	/	+1	走行車両が多い場合や、過大な走行車両が通行する場合は影響度大
	走行車両の衝撃がある	/	(-1)	0	車両の走行による衝撃が有る場合は影響度中
構造条件	床版の剛性	-2	/	(+1)	昭和43年暫定基準(案)適用以降の場合は影響度小
	配力筋の量	-2	/	(+1)	昭和42年局長通達適用以降の場合は影響度小
	支持桁の不等沈下の影響	/	-1	(0)	桁間のたわみ差が大きい場合影響度中
	防水層の有無	(-2)	/	+1	防水層が施工されていない場合影響度大
施工条件	施工時の損傷の有無	-2	/	(0)	施工時の損傷の存在が明確な場合は影響度大
材料条件	不的確材料の使用の有無	/	-1	(0)	不的確材料の使用が明らかな場合は影響度中
環境条件	塩害の影響を受けるか	/	-1	(0)	塩害の影響を受ける場合影響度中
	凍結防止材の使用の有無	/	-1	(0)	凍結防止材が使用される場合影響度中
合計点数		-3			表中の点数の合計

判定

床版損傷の危険性が高い	-3点以下
床版損傷の危険性がある	-2点～0点
床版損傷の危険性が低い	+1点～+4点

表-3.3.3 地方の山中道路床版－採点例

		影響度			備考
		大	中	小	
荷重条件	大型車の走行台数が多い	-2	/	(+1)	走行車両が多い場合や、過大な走行車両が通行する場合は影響度大
	走行車両の衝撃がある	/	-1	(0)	車両の走行による衝撃が有る場合は影響度中
構造条件	床版の剛性	-2	/	(+1)	昭和43年暫定基準(案)適用以降の場合は影響度小
	配力筋の量	-2	/	(+1)	昭和42年局長通達適用以降の場合は影響度小
	支持桁の不等沈下の影響	/	-1	(0)	桁間のたわみ差が大きい場合影響度中
	防水層の有無	(-2)	/	+1	防水層が施工されていない場合影響度大
施工条件	施工時の損傷の有無	-2	/	(0)	施工時の損傷の存在が明確な場合は影響度大
材料条件	不的確材料の使用の有無	/	-1	(0)	不的確材料の使用が明らかな場合は影響度中
環境条件	塩害の影響を受けるか	/	-1	(0)	塩害の影響を受ける場合影響度中
	凍結防止材の使用の有無	/	-1	(0)	凍結防止材が使用される場合影響度中
合計点数		+1			表中の点数の合計

判定

床版損傷の危険性が高い	-3点以下
床版損傷の危険性がある	-2点～0点
床版損傷の危険性が低い	+1点～+4点

表-3.3.4 寒冷地道路床版－採点例

		影響度			備考
		大	中	小	
荷重条件	大型車の走行台数が多い	-2		(+1)	走行車両が多い場合や、過大な走行車両が通行する場合は影響度大
	走行車両の衝撃がある		-1	(0)	車両の走行による衝撃が有る場合は影響度中
構造条件	床版の剛性	-2		(+1)	昭和43年暫定基準(案)適用以降の場合は影響度小
	配筋筋の量	-2		(+1)	昭和42年局長通達適用以降の場合は影響度小
	支持桁の不等沈下の影響		-1	(0)	桁間のたわみ差が大きい場合影響度中
	防水層の有無	(-2)		(+1)	防水層が施工されていない場合影響度大
施工条件	施工時の損傷の有無	-2		(0)	施工時の損傷の存在が明確な場合は影響度大
材料条件	不的確材料の使用の有無		-1	(0)	不的確材料の使用が明らかな場合は影響度中
環境条件	塩害の影響を受けるか		(-1)	(0)	塩害の影響を受ける場合影響度中
	凍結防止材の使用の有無		(-1)	(0)	凍結防止材が使用される場合影響度中
合計点数		-1			表中の点数の合計

判定

- 床版損傷の危険性が高い -3点以下
- 床版損傷の危険性がある -2点～0点
- 床版損傷の危険性が低い +1点～+4点

3.3.3 判定表の配点

床版の損傷に大きく影響し、損傷要因の中で支配的な条件について配点幅を大きくとり該当する場合は「影響度 大」とし-2点、該当しない場合「影響度 小」とし+1点とした。また、床版損傷に影響すると考えられるものの、その影響は主な損傷要因と複合した場合に影響を与えられると考えられる損傷要因に対し該当する場合は「影響度 中」とし-1点、該当しない場合「影響度 小」とし0点とした。ただし、材料・施工不良の影響は床版の主な損傷要因であることは明白であるが、一般に分からない場合が多いと考えられることから、材料の不的確や施工不良が明確な場合は「影響度 大」とし-2点、確認できない場合は「影響度 小」とし0点としている。

-2点から+1点の配点イメージは以下のとおりである。

- 2 損傷要因の主なものでその影響度が大きい
- 1 損傷要因ではあるがその影響度は大きくない
- 0 他の損傷要因に対する影響がない
- +1 他の損傷要因の影響を小さくさせると考えられる

3.3.4 影響度の判定

(1) 荷重条件

1) 大型車の走行台数が多い

大型車が床版の損傷に関して影響が非常に大きいことは広く知られていることである。

大型車の走行台数の多少を走行台数より判断することは難しく、さらには、実際に大型車の混入率や台数を把握できている路線は限られると推測される。そこでここでは、数量的な判定は避け、都市部の高速道路や主要道路、主な幹線道路は走行台数が多く、それ以外の地方道路や山間部の道路、路地などは少ないと判定する。また頻繁的に大型車が通る大型車はあまり通行しない、といった感覚的なもので判定してもよい。

2) 走行車両の衝撃がある

伸縮装置部の乗り上げの影響で直接的に衝撃が発生する場合や、床版面が交差点や信号機の影響を受ける範囲に位置する場合等、車の停止や発進に伴い、舗装の損傷が進行する危険性がある場合等は影響があると判定する。

(2) 構造条件

1) 床版の剛性

「鋼道路橋床版の設計に関する暫定基準（案）、昭和 43 年 5 月、日本道路協会」が適用される以前の床版は「影響度 大」とする。

床版の支間の大きさの割に床版厚が極度に薄かったり、鉄筋の許容応力度を大きくとって設計された床版では、剛性が乏しく、疲労耐久性が低いとされている。なお、暫定基準（案）を反映した道路橋示方書の改訂は昭和 47 年 3 月である。

増し桁等により床版補強を行っている場合は「影響度 小」とする。

2) 配力筋の量

昭和 42 年 9 月の道路局長通達が適用される以前の床版は「影響度 大」とする。

上記通達が施行される以前は、主鉄筋が車両進行方向に直角な一方向版の配力鉄筋量は主鉄筋量の 25%程度とされていたが、輪荷重のような集中荷重を受ける場合に配力鉄筋方向に生ずる曲げモーメントに対してこの配力鉄筋量は十分でなかった。通達では配力鉄筋量は主鉄筋量の 70%と規定され、昭和 46 年 3 月の局長通達後は、配力筋方向の設計曲げモーメントに対して設計することになっている。

増し桁等により床版補強を行っている場合は「影響度 小」とする。

3) 支持桁の不等沈下の影響

床版が 3 本以上の支持桁に支持されている場合、支持桁に不等沈下が発生する場合がある。H 形鋼を主桁に用いたような比較的たわみやすい橋や、主桁に比べて著しく剛性の小さい縦桁を主桁間に設けたような橋では不等沈下の影響を受ける。

4) 防水層の有無

床版全面に防水層を施工している場合「影響度 小」とする。

(3) 施工条件

1) 施工時の損傷の有無

施工直後に有害なクラックが発生するなど、施工時の損傷の存在が明確な場合や、補修跡が確認できる場合は「影響度 大」とする。一般に施工の不備に起因する損傷があったかどうかは明確でない場合が多く、「影響度 小」としてよい。

(4) 材料条件

1) 不的確材料の使用の有無

アルカリ骨材反応が発生することが予想される場合等、不的確材料の使用が明確な場合は「影響度 中」とする。

(5) 環境条件

1) 塩害の影響を受けるか

「道路橋の塩害対策指針(案), 昭和 59 年 2 月, 日本道路協会」に定められた対策区分Ⅰ～Ⅲに該当する場合「影響度 中」とする。ただし、かぶりの確保, コンクリート塗装等により塩害対策を行っている場合は「影響度 小」とする。

2) 凍結防止材の使用の有無

凍結防止材が使用されている場合は「影響度 中」とする。

(6) 判定全般

影響度の判定は、床版下面に近接できない場合において、竣工図書や橋梁台帳等により解るデータと、日常点検程度から解る状況判断により判定を行う。大型車の多少や、適用基準が明確でない等、判断に迷う場合は、危険側で判定を行うことが望ましい。また舗装に亀裂等の損傷が発生している場合は、一般的に床版が損傷しているケースが多いことから、この判定表によらず「危険性が高い」と判定する。

3. 3. 5 実橋への適用例

床版損傷の危険度簡易判定表の精度を確認するため実橋での採点を行った。採点結果を以下に示す。

適用例	影響度（危険性）	実際の損傷状態（検証結果）
No.1	- 9点（高い）	損傷が多く発生している。
No.2	0点（ある）	目立った損傷は発生していない。
No.3	+ 4点（低い）	損傷は発生していない。
No.4	+ 4点（低い）	損傷は発生していない。
No.5	0点（ある）	B活荷重対応により床版を取り替えている。 取り替え前の床版には、目立った損傷は発生していない。
No.6	+ 3点（低い）	損傷は発生していない。

実橋床版への適用例 No.1

橋梁概要

位置: 関東地方

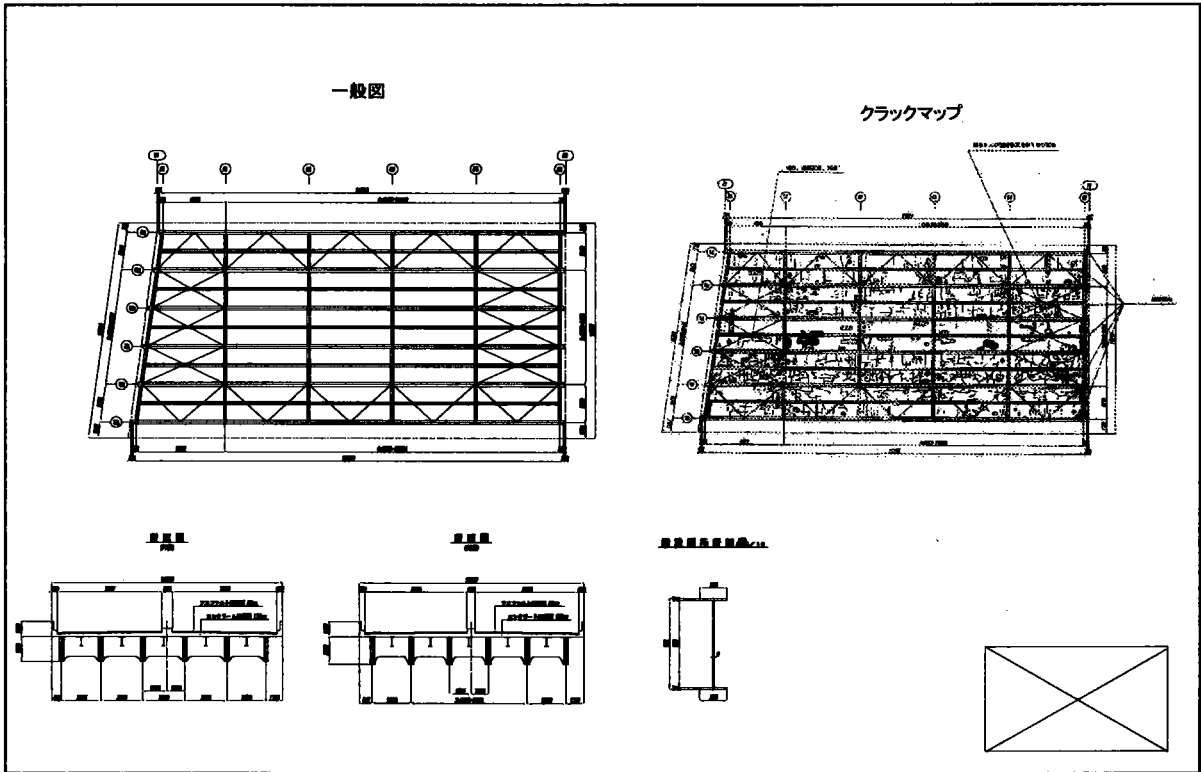
環境: 都市部

交通量: 大

規格:

特記事項: 床版補修済み(ただし補修前床版に対して判定)

竣工: 昭和39年



床版損傷の危険度-簡易判定表

		影響度			備考
		大	中	小	
荷重条件	大型車の走行台数が多い	(-2)	/	+1	走行車両が多い場合や、過大な走行車両が通行する場合は影響度大
	走行車両の衝撃がある	/	(-1)	0	車両の走行による衝撃がある場合は影響度中
構造条件	床版の剛性	(-2)	/	+1	昭和43年暫定基準(案)適用以降の場合は影響度小
	配筋筋の量	(-2)	/	+1	昭和42年局長通達適用以降の場合は影響度小
	支持桁の不等沈下の影響	/	-1	0	桁間のたわみ差が大きい場合影響度中
	防水層の有無	(-2)	/	+1	防水層が施工されていない場合影響度大
施工条件	施工時の損傷の有無	-2	/	0	施工時の損傷の存在が明確な場合は影響度大
材料条件	不的確材料の使用の有無	/	-1	0	不的確材料の使用が明らかな場合は影響度中
環境条件	塩害の影響を受けるか	/	-1	0	塩害の影響を受ける場合影響度中
	凍結防止材の使用の有無	/	-1	0	凍結防止材が使用される場合影響度中
合計点数		-9			表中の点数の合計

床版の損傷の危険性が高い

-3点以下

床版の損傷の危険性がある

-2点~0点

床版の損傷の危険性が低い

+1点~+4点

実橋床版への適用例 No.2

橋梁概要

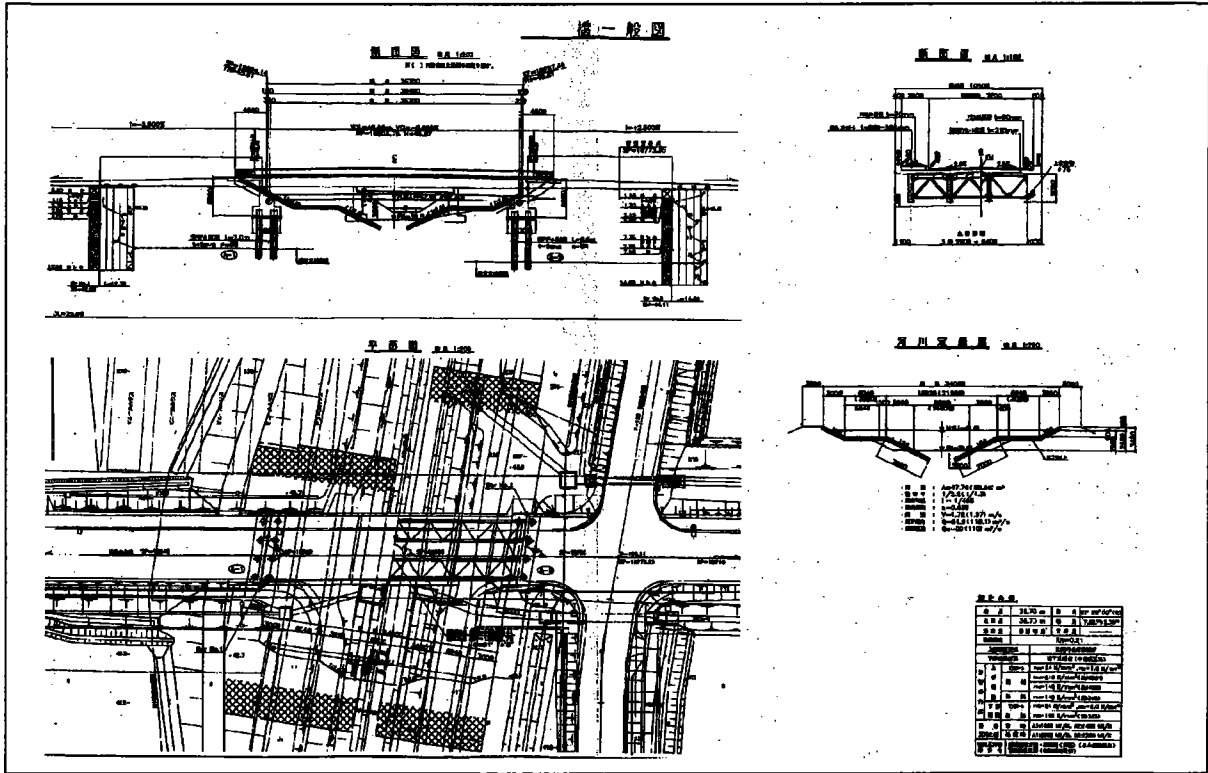
位置: 北海道

環境: 郊外

交通量: 小

規格: 地方道

特記事項: 冬季に床版工を施工



床版損傷の危険度-簡易判定表

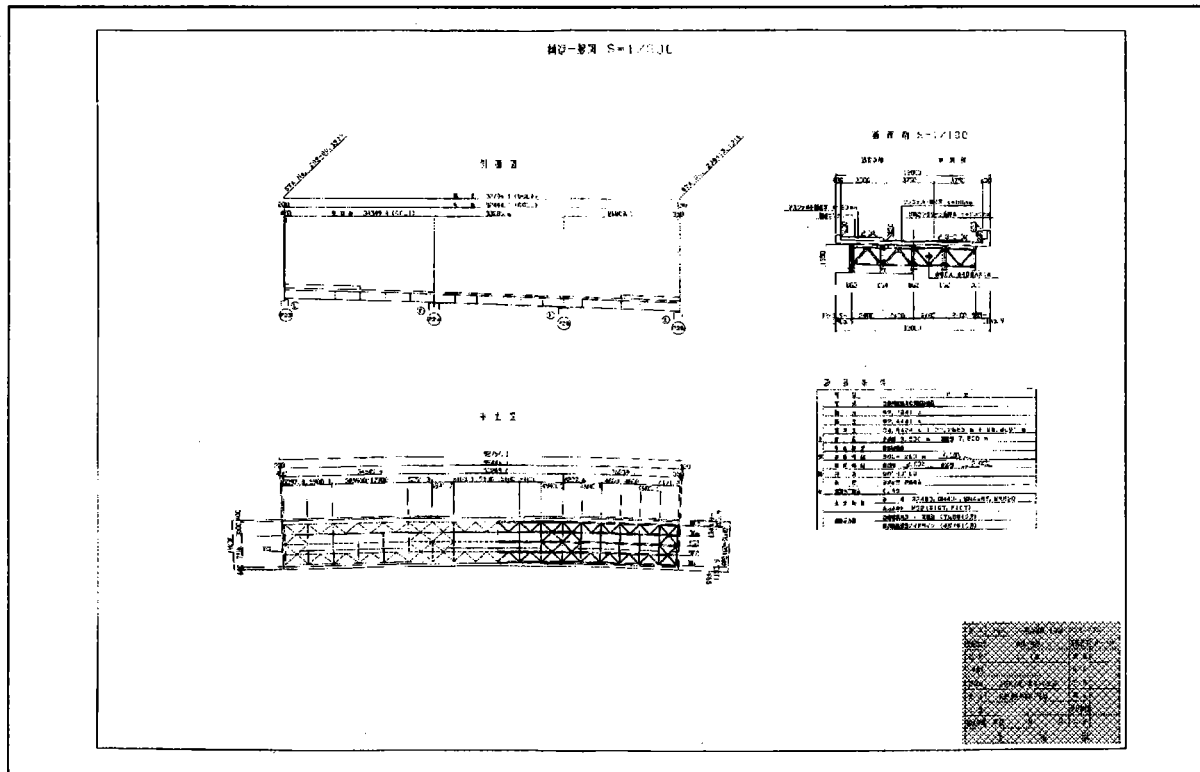
		影響度			備考
		大	中	小	
荷重条件	大型車の走行台数が多い	-2	/	(+)	走行車両が多い場合や、過大な走行車両が通行する場合は影響度大
	走行車両の衝撃がある	/	-1	(0)	車両の走行による衝撃がある場合は影響度中
構造条件	床版の剛性	-2	/	(+)	昭和43年暫定基準(案)適用以降の場合は影響度小
	配筋筋の量	-2	/	(+)	昭和42年局長通達適用以降の場合は影響度小
	支持桁の不等沈下の影響	/	-1	(0)	桁間のたわみ差が大きい場合影響度中
	防水層の有無	(-2)	/	(+)	防水層が施工されていない場合影響度大
施工条件	施工時の損傷の有無	-2	/	(0)	施工時の損傷の存在が明確な場合は影響度大
材料条件	不的確材料の使用の有無	/	-1	(0)	不的確材料の使用が明らかな場合は影響度中
環境条件	塩害の影響を受けるか	/	-1	(0)	塩害の影響を受ける場合影響度中
	凍結防止材の使用の有無	/	(-1)	(0)	凍結防止材が使用される場合影響度中
合計点数		0			表中の点数の合計

床版の損傷の危険性が高い -3点以下
 床版の損傷の危険性がある -2点~0点
 床版の損傷の危険性が低い +1点~+4点

実橋床版への適用例 No.3

橋梁概要

位置: 茨城県
 環境: 郊外
 交通量: 小
 規格: 地方道
 特記事項:



床版損傷の危険度—簡易判定表

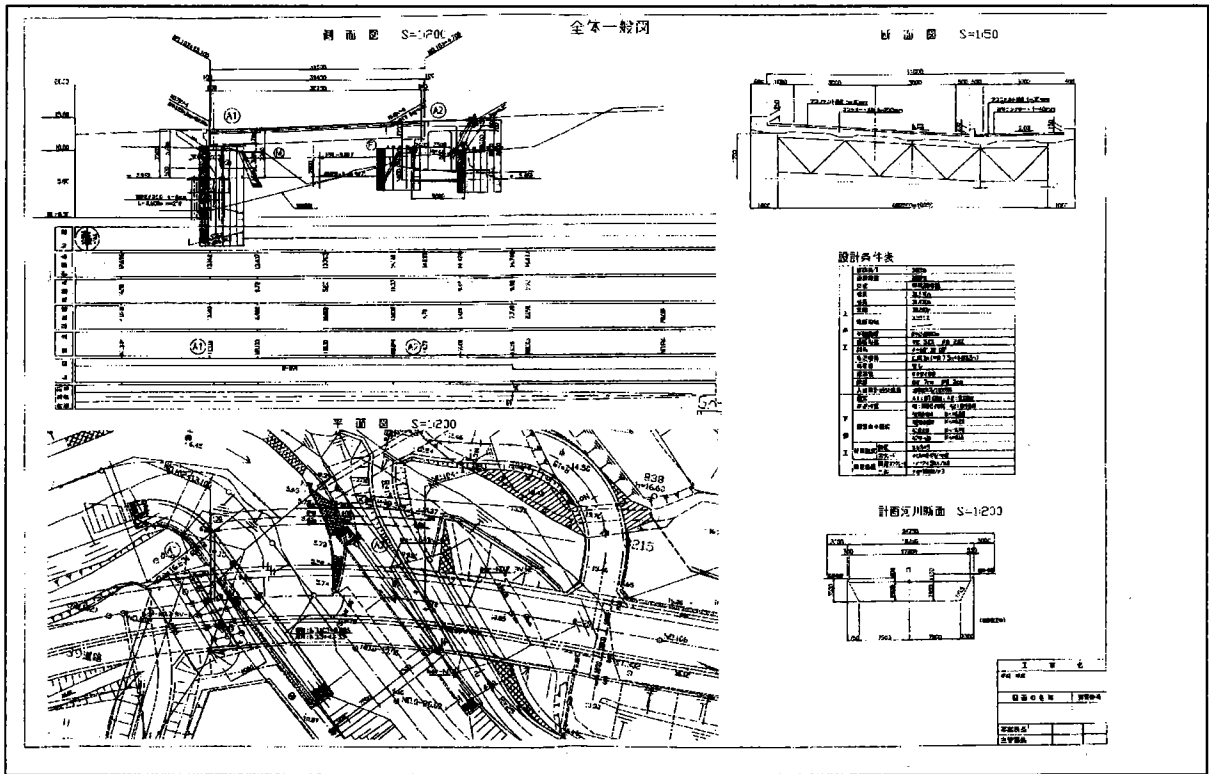
		影響度			備考
		大	中	小	
荷重条件	大型車の走行台数が多い	-2	/	⊕1	走行車両が多い場合や、過大な走行車両が通行する場合は影響度大
	走行車両の衝撃がある	/	-1	⊖0	車両の走行による衝撃が有る場合は影響度中
構造条件	床版の剛性	-2	/	⊕1	昭和43年暫定基準(案)適用以降の場合は影響度小
	配力筋の量	-2	/	⊕1	昭和42年局長通達適用以降の場合は影響度小
	支持桁の不等沈下の影響	/	-1	⊖0	桁間のたわみ差が大きい場合影響度中
	防水層の有無	-2	/	⊕1	防水層が施工されていない場合影響度大
施工条件	施工時の損傷の有無	-2	/	⊖0	施工時の損傷の存在が明確な場合は影響度大
材料条件	不的確材料の使用の有無	/	-1	⊖0	不的確材料の使用が明らかな場合は影響度中
環境条件	塩害の影響を受けるか	/	-1	⊖0	塩害の影響を受ける場合影響度中
	凍結防止材の使用の有無	/	-1	⊖0	凍結防止材が使用される場合影響度中
合計点数		4			表中の点数の合計

床版の損傷の危険性が高い -3点以下
 床版の損傷の危険性がある -2点~0点
 床版の損傷の危険性が低い +1点~+4点

実橋床版への適用例 No.4

橋梁概要

位置: 千葉県
 環境: 郊外
 交通量: 小
 規格: 地方道
 特記事項: 冬季に床版工を施工



床版損傷の危険度—簡易判定表

		影響度			備考
		大	中	小	
荷重条件	大型車の走行台数が多い	-2	/	(+1)	走行車両が多い場合や、過大な走行車両が通行する場合は影響度大
	走行車両の衝撃がある	/	-1	(0)	車両の走行による衝撃が有る場合は影響度中
構造条件	床版の剛性	-2	/	(+1)	昭和43年暫定基準(案)適用以降の場合は影響度小
	配筋筋の量	-2	/	(+1)	昭和42年局長通達適用以降の場合は影響度小
	支持桁の不等沈下の影響	/	-1	(0)	桁間のたわみ差が大きい場合影響度中
	防水層の有無	-2	/	(+1)	防水層が施工されていない場合影響度大
施工条件	施工時の損傷の有無	-2	/	(0)	施工時の損傷の存在が明確な場合は影響度大
材料条件	不的確材料の使用の有無	/	-1	(0)	不的確材料の使用が明らかな場合は影響度中
環境条件	塩害の影響を受けるか	/	-1	(0)	塩害の影響を受ける場合影響度中
	凍結防止材の使用の有無	/	-1	(0)	凍結防止材が使用される場合影響度中
合計点数		4			表中の点数の合計

床版の損傷の危険性が高い -3点以下
 床版の損傷の危険性がある -2点~0点
 床版の損傷の危険性が低い +1点~+4点

実橋床版への適用例 No.5

橋梁概要

位置: 茨城県

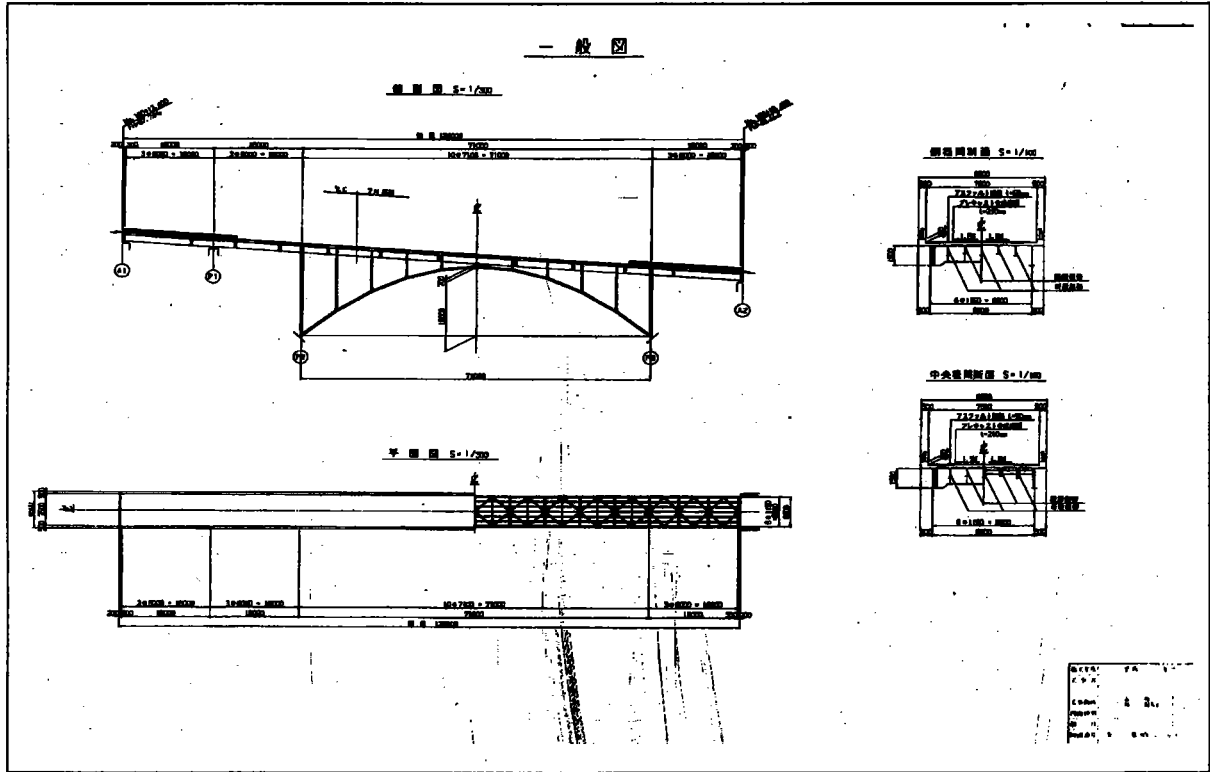
環境: 山間部

交通量: 小

規格: 地方道

特記事項: 縦桁増設+床版打ち換え済(日活荷重対応)

ただし、補修前(昭和46年竣工)の床版に対して判定



床版損傷の危険度-簡易判定表

		影響度			備考
		大	中	小	
荷重条件	大型車の走行台数が多い	-2		0	走行車両が多い場合や、過大な走行車両が通行する場合は影響度大
	走行車両の衝撃がある		-1	0	車両の走行による衝撃が有る場合は影響度中
構造条件	床版の剛性	-2		0	昭和43年暫定基準(案)適用以降の場合は影響度小
	配筋筋の量	-2		0	昭和42年局長通達適用以降の場合は影響度小
	支持桁の不等沈下の影響		-1	0	桁間のたわみ差が大きい場合影響度中
	防水層の有無	0		-1	防水層が施工されていない場合影響度大
施工条件	施工時の損傷の有無	-2		0	施工時の損傷の存在が明確な場合は影響度大
材料条件	不的確材料の使用の有無		-1	0	不的確材料の使用が明らかな場合は影響度中
環境条件	塩害の影響を受けるか		-1	0	塩害の影響を受ける場合影響度中
	凍結防止材の使用の有無		-1	0	凍結防止材が使用される場合影響度中
合計点数		0			表中の点数の合計

床版の損傷の危険性が高い

-3点以下

床版の損傷の危険性がある

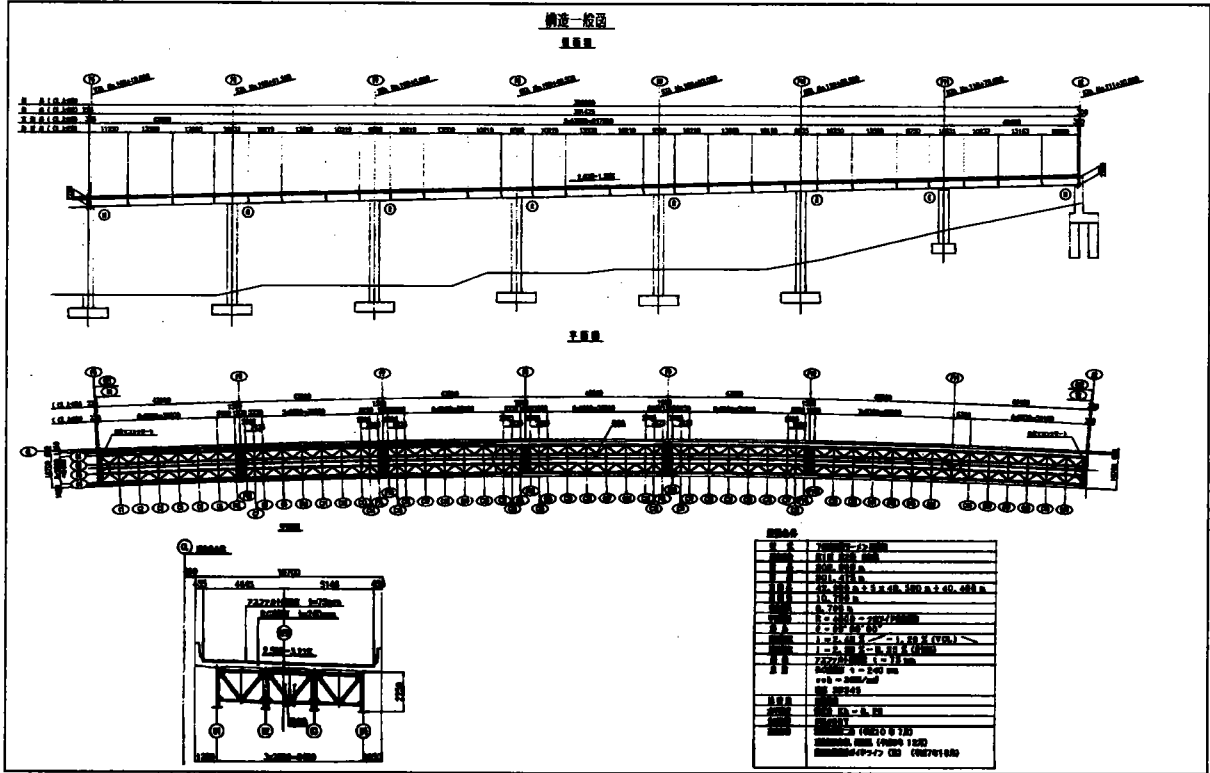
-2点~0点

床版の損傷の危険性が低い

+1点~+4点

橋梁概要

位置: 福島県
 環境: 郊外
 交通量: 小
 規格: 高速自動車国道
 特記事項:



床版損傷の危険度-簡易判定表

		影響度			備考
		大	中	小	
荷重条件	大型車の走行台数が多い	-2	/	(+)	走行車両が多い場合や、過大な走行車両が通行する場合は影響度大
	走行車両の衝撃がある	/	-1	(0)	車両の走行による衝撃が有る場合は影響度中
構造条件	床版の剛性	-2	/	(+)	昭和43年暫定基準(案)適用以降の場合は影響度小
	配筋の量	-2	/	(+)	昭和42年局長通達適用以降の場合は影響度小
	支持桁の不等沈下の影響	/	-1	(0)	桁間のたわみ差が大きい場合影響度中
	防水層の有無	-2	/	(+)	防水層が施工されていない場合影響度大
施工条件	施工時の損傷の有無	-2	/	(0)	施工時の損傷の存在が明確な場合は影響度大
材料条件	不的確材料の使用の有無	/	-1	(0)	不的確材料の使用が明らかな場合は影響度中
環境条件	塩害の影響を受けるか	/	-1	(0)	塩害の影響を受ける場合影響度中
	凍結防止材の使用の有無	/	(-)	(0)	凍結防止材が使用される場合影響度中
合計点数		+3			表中の点数の合計

床版の損傷の危険性が高い -3点以下
 床版の損傷の危険性がある -2点~0点
 床版の損傷の危険性が低い +1点~+4点

3.3.6 まとめ

床版損傷の危険度簡易判定表の使用にあたり、実橋へ適用し、数例をシミュレーションした結果、簡易な判定表として、おおむね精度を有していることが確認できた。

ただし、簡易判定表の使用目的や、適用範囲に対し以下の点について認識して使用することが重要である。

- ・ 床版下面から行う詳細点検の前に、点検の優先順位や頻度等の判断を行うための資料であること
- ・ 床版の損傷の有無はあくまでも詳細点検による判断が必要であること
- ・ 判定項目毎に明確にできない場合も想定していることから全体の判定に「ふれ」が内在していること

上記の点を考慮し床版損傷の危険度を簡易的に判定し判断することにより効率的な床版の点検（維持管理）が可能となる。

さらには、床版の詳細点検後に簡易判定表の結果を対比させた場合、将来的な床版の損傷危険度予測表としても活用できると期待される。

3. 4 新規コンクリート系床版に関する DB 作成の提案

3. 4. 1 はじめに

我が国においては、今日に至るまで継続的に蓄積されてきた膨大な社会資本ストックが存在している。橋梁の床版においても、建設から 30 年以上が経過し劣化や疲労による損傷が問題となっている。このような中で、RC 床版については損傷メカニズムに関する多くの研究がなされるとともに、その成果を反映した基準整備がなされたことにより、損傷を受けにくい構造が確立されつつある。その一方で近年、鋼・コンクリート合成床版に代表される新しい構造形式の床版の登場や荷重条件の変化等、道路橋床版の疲労損傷に関して予測不可能な要素も多く存在している。

性能規定の考え方に従い床版の設計を行うためには、疲労損傷現象をモデル化する必要がある。そのためには、床版の初期状態に関する種々のデータが必要である。これまで、既設床版の情報については各公共機関および民間業者が個々に管理を行っているのが現状であり、データの統一性と互換性に問題があった。今後は、床版に関する種々の情報がデータベース化され、個々のデータの相互比較、研究成果の検証に用いられる必要があると考えられる。そこで当ワーキングでは、コンクリート系床版に関するデータベース構築の基となる、共通の床版データ（案）の作成とその蓄積を提案する。

3. 4. 2 床版データ

床版データは表計算ソフト (Microsoft®Excel®) のデータファイルと画像ファイル (jpg, bmp 等) により構成される。床版データの概要を図-3.4.1 に示す。

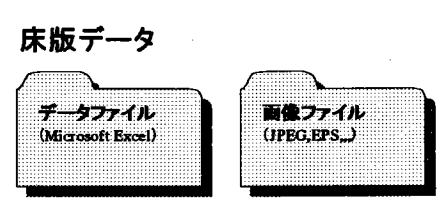


図-3.4.1 床版データの構成

データファイルには対象床版に関する情報を、A：工事概要，B：設計条件，C：構造条件，D：床版諸元，E：付属物等の情報，F：配合設計，G：施工計画，H：施工管理の 8 項目において入力する。このうち、項目 A～E は計画・設計に関連する情報であり、項目 F～H は現場施工に関連する情報である。各項目には、以下に示す①～④のデータを入力する。

- ① ランク : データベースの管理に用いる情報レベルを入力する (未定).
 - 例 1) 一般公開の可否に関して 1~3 の 3 段階のレベルを設定する.
 - 例 2) 疲労損傷への影響度合で 1~5 の 5 段階のレベルを設定する.
- ② 画像データ : 床版データに添付する画像ファイル名を入力する.
 - 例 1) 項目 No.D7 に関する添付ファイルを “D7.jpg” のように表す.
- ③ 文字データ : 数値, 文字情報を入力する.
- ④ 備考 : その他, 特記すべき事項を入力する.

データファイルを表-3.4.1 に示す.

表-3.4.1 データファイル (その1)

No. ランク	項目	画像データ	文字データ	備考
A0	工事概要			
A1	工事名			
A2	橋梁名			
A3	客先名			
A4	全体工期(始)			
A5	全体工期(終)			
A6	橋梁位置(都道府県)			
A7	住所			
A8	交差交通の有無			
A9	塩害対策(地域区分、対策区分)			
A10	凍結防止剤の散布の有無			
B0	設計条件			
B1	道路規格			
B2	適用基準			
B3	活荷重			
B4	計画交通量			
C0	構造条件			
C1	橋長 [m]			
C2	支間割 [m]			
C3	最大幅員 [m]			
C4	上部工型式			
C5	合成か非合成か			
C6	コンクリートの設計基準強度 [N/mm ²]			
C7	支承形式			
D0	床版諸元			
D1	床版形式			
D2	床版厚 [mm]			
D3	最大床版支間 [mm]			
D4	最大張出長 [mm]			
D5	ハンチ高 [mm]			
D6	かぶり(純かぶり) [mm]			
D7	配筋図(一般部)			
D8	代表的断面の上段主鉄筋径×間隔[mm]			
D9	下段主鉄筋径×間隔[mm]			
D10	上段配力鉄筋径×間隔[mm]			
D11	下段配力鉄筋径×間隔[mm]			
D12	配筋図(桁端部)			
D13	防錆鉄筋の形式			
D14	材質			
D15	舗装型式			
D16	舗装厚さ [mm]			
E0	付属物等の情報			
E1	伸縮装置形式			
E2	高欄型式			
E3	遮音壁			
E4	排水装置の型式			
E5	排水装置の最大間隔 [m]			
E6	防水工の型式			
E7	床版排水装置の有無			

表-3.4.1 データファイル (その2)

No. ランク	項目	画像データ	文字データ	備考
F0	配合設計			
F1	コンクリートの種類			
F2	呼び強度 [N/mm ²]			
F3	スランブ [cm]			
F4	骨材の最大径 [mm]			
F5	セメントの種類			
F6	空気量 [%]			
F7	水セメント比 [%]			
F8	細骨材率 [%]			
F9	セメント量 [kg/m ³]			
F10	単位水量 [kg/m ³]			
F11	細骨材量 [kg/m ³]			
F12	粗骨材量 [kg/m ³]			
F13	混和剤量 [kg/m ³]			
F14	混和材量 [kg/m ³]			
F15	セメントメーカー			
F16	細骨材の種類, 産地または品名①			
F17	細骨材の種類, 産地または品名②			
F18	粗骨材の種類, 産地または品名①			
F19	粗骨材の種類, 産地または品名②			
F20	混和剤①メーカー			
F21	混和剤①製品名			
F22	混和材②メーカー			
F23	混和材②製品名			
F24	膨張材 製品名			
F25	膨張材 使用料 [kg/m ³]			
G0	施工計画			
G1	床版コンクリート打設時期 (始)			
G2	床版コンクリート打設時期 (終)			
G3	打設方法 (ポンプ等)			
G4	圧送距離 (最大) [m]			
G5	最大1日打設量 [m ³]			
G6	支点上ジャッキアップダウンの有無			
G7	暑中コンクリート対策			
G8	寒中コンクリート対策			
G9	養生期間 [日間]			
G10	養生剤の有無			
H0	品質管理			
H1	施工時の損傷 (初期ひび割れなど)			
H2	補修の有無			

3.4.3 床版データの作成手順

床版データの各項目の入力時期を，工事受注から工事竣工までの時系列で表したものを図-3.4.2に示す。

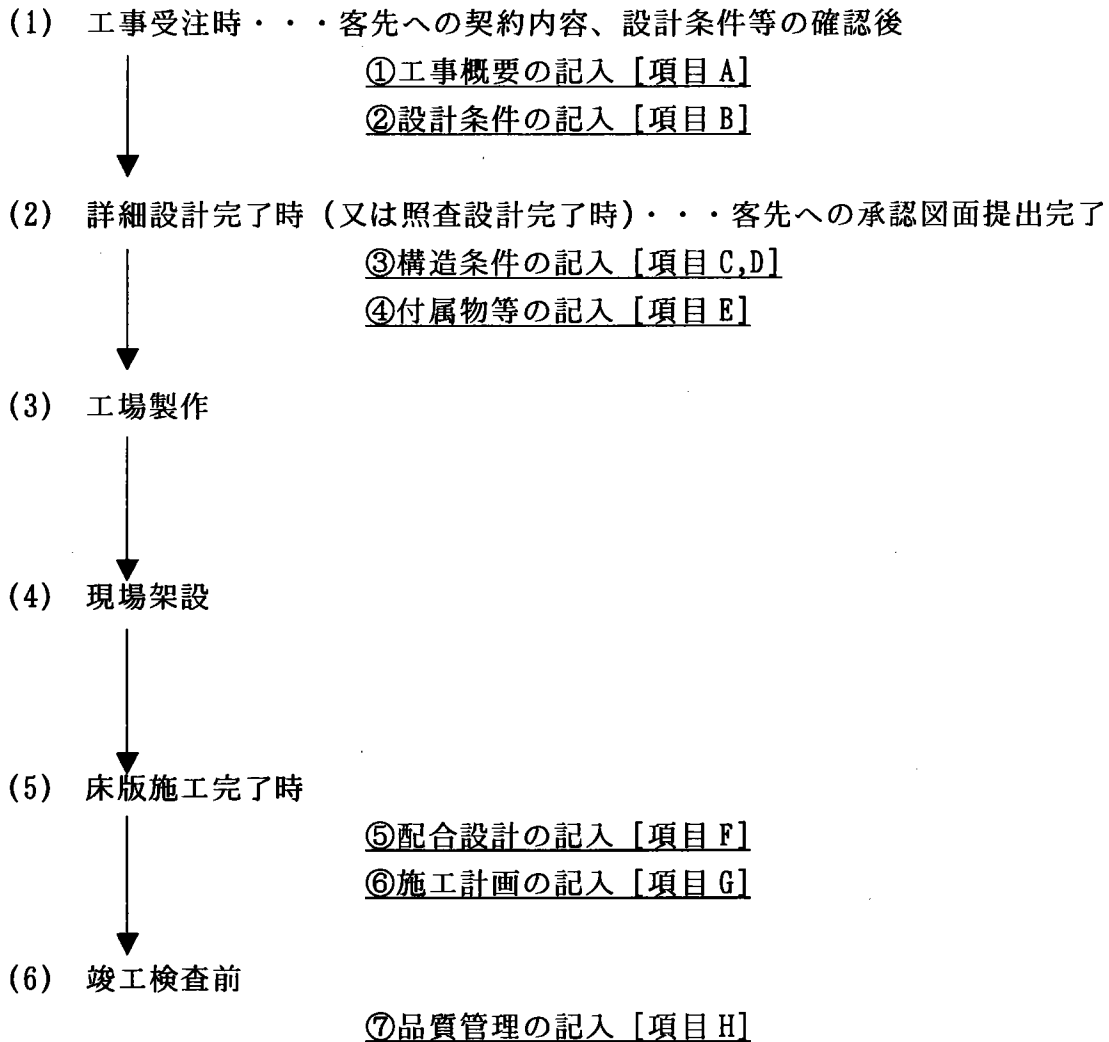


図-3.4.2 床版データ入力要領

3.4.4 データファイル入力例

データファイルの入力例を表-3.4.2 および表-3.4.3 に示す。

表-3.4.2 設計関連項目の入力例

No. ランク	項目	画像データ	文字データ	備考
A0	工事概要			
A1	1 工事名		平成13年度国補緊急地方道路整備工事	
A2	1 橋梁名		新×橋	
A3	1 客先名		長野県	
A4	1 全体工期(始)		H13.7	
A5	1 全体工期(終)		H14.12	
A6	1 橋梁位置(都道府県)		長野県	
A7	1 住所		長野県××村××地内	
A8	1 交差交通の有無		河川	
A9	1 塩害対策(地域区分、対策区分)		影響を受けない	道示Ⅲ5.2
A10	1 凍結防止剤の散布の有無		有	
B0	設計条件			
B1	1 道路規格			
B2	1 適用基準		平成8年度道示	
B3	1 活荷重		B活荷重	
B4	1 計画交通量		大型500台未満/1日1方向	
C0	構造条件			
C1	2 橋長[m]		63.00	
C2	2 支間割[m]		61.80	
C3	2 最大幅員[m]		11.750	
C4	2 上部工型式		箱桁	
C5	2 合成か非合成か		非合成	
C6	2 コンクリートの設計基準強度[N/mm ²]		24	
C7	2 支承形式			
D0	床版諸元			
D1	1 床版形式		鉄筋コンクリート床版	
D2	1 床版厚[mm]		200	
D3	1 最大床版支間[mm]		2400	
D4	1 最大張出長[mm]		1065	
D5	2 ハンチ高[mm]		107	
D6	2 かぶり(純かぶり)[mm]		30.5	
D7	3 配筋図(一般部)	D7.bmp		
D8	2 代表的断面の上段主鉄筋径×間隔[mm]			
D9	2 下段主鉄筋径×間隔[mm]			
D10	2 上段配力鉄筋径×間隔[mm]			
D11	2 下段配力鉄筋径×間隔[mm]			
D12	3 配筋図(桁端部)	D12.eps		
D13	3 防錆鉄筋の形式		無	
D14	2 材質		SD345	
D15	2 舗装型式			
D16	2 舗装厚さ[mm]		80	
E0	付属物等の情報			
E1	2 伸縮装置形式		ゴム	
E2	2 高欄型式		有	
E3	2 遮音壁		無	
E4	2 排水装置の型式			
E5	2 排水装置の最大間隔[m]		9	
E6	2 防水工の型式		シート系	
E7	2 床版排水装置の有無		有	

表-3.4.3 施工関連項目の入力例

No. ランク	項目	画像データ	文字データ	備考
F0	配合設計			
F1	1 コンクリートの種類		普通	
F2	1 呼び強度 [N/mm ²]		24	
F3	1 スランブ [cm]		8	
F4	1 骨材の最大径 [mm]		25	
F5	1 セメントの種類		BB	
F6	2 空気量 [%]			
F7	2 水セメント比 [%]		53.0	
F8	2 細骨材率 [%]		39.5	
F9	2 セメント量 [kg/m ³]		283	
F10	2 単位水量 [kg/m ³]		150	
F11	2 細骨材量 [kg/m ³]		293	
F12	2 粗骨材量 [kg/m ³]		1155	
F13	2 混和剤量 [kg/m ³]		2.830	
F14	2 混和材量 [kg/m ³]			
F15	3 セメントメーカー		太平洋セメント	
F16	3 細骨材の種類, 産地または品名①		小渋川 砂	
F17	3 細骨材の種類, 産地または品名②		天竜川 砂	
F18	3 粗骨材の種類, 産地または品名①		遠山川 砂利	
F19	3 粗骨材の種類, 産地または品名②			
F20	3 混和剤①メーカー			
F21	3 混和剤①製品名		フリーロックS	AE減水剤
F22	3 混和材②メーカー			
F23	3 混和材②製品名			
F24	3 膨張材 製品名			
F25	3 膨張材 使用料 [kg/m ³]			
G0	施工計画			
G1	2 床版コンクリート打設時期 (始)		H14.10	
G2	2 床版コンクリート打設時期 (終)		H14.10	
G3	2 打設方法 (ポンプ等)		ポンプ	
G4	2 圧送距離 (最大) [m]			
G5	2 最大1日打設量 [m ³]			
G6	2 支点上ジャッキアップダウンの有無		無	
G7	2 暑中コンクリート対策		無	
G8	2 寒中コンクリート対策		無	
G9	2 養生期間 [日間]			湿潤養生
G10	2 養生剤の有無			
H0	品質管理			
H1	1 施工時の損傷 (初期ひび割れなど)		無	
H2	1 補修の有無		無	

3.4.5 床版データの運用例と今後の課題

床版データの蓄積方法の概要を図-3.4.3に、床版の疲労損傷に関するデータベースの運用例を図-3.4.4にそれぞれ示す。図-3.4.4に示すように、床版の疲労損傷を評価するためには、本章で提案した床版DBFの他にさらに多くの情報の蓄積が必要である。今後は、疲労損傷DBFおよび管理DBFの整備・拡充と、これらDBFの膨大な情報を安全に管理できるデータベースソフトウェアの開発が課題である。

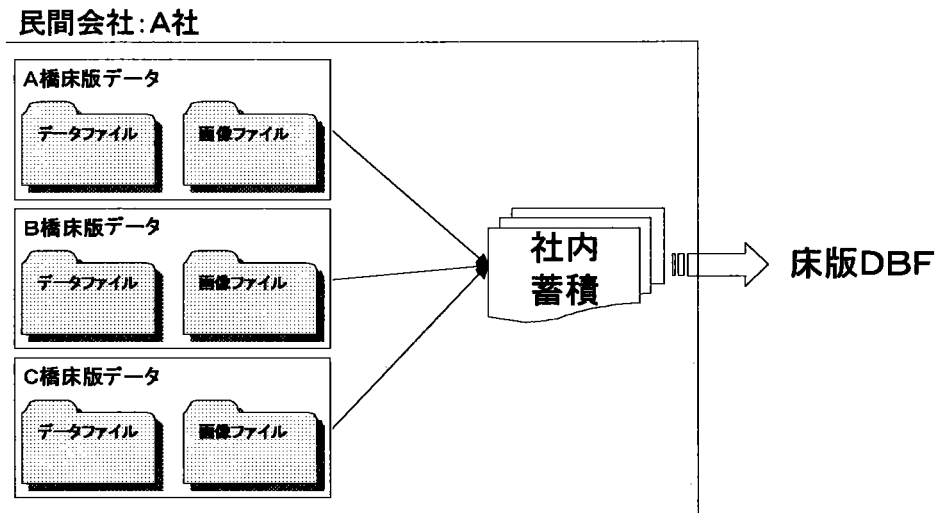


図-3.4.3 床版データの蓄積方法概要

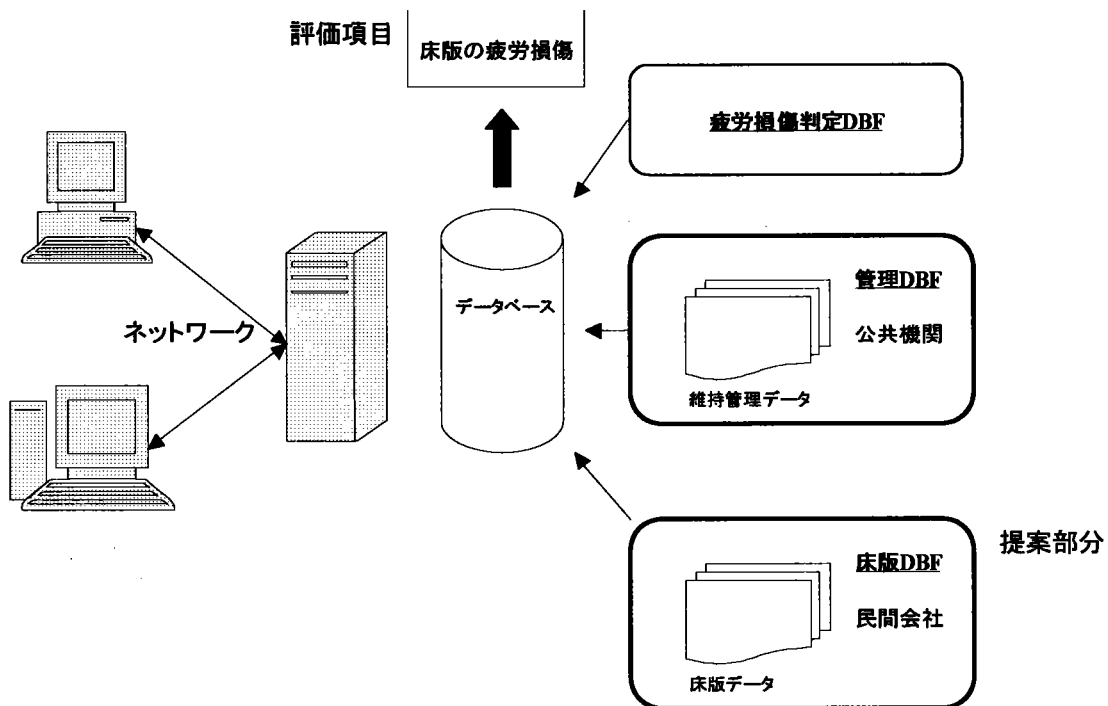


図-3.4.4 データベースの運用例

3. 5 おわりに

3. 2の参考文献調査については、道路橋 RC 床版の損傷に関する知識の集約として研究、開発、設計を行う技術者にとって有益な参考資料となっており、ぜひ活用いただきたい。本文中でも紹介しているが、「既存橋梁の耐荷力と耐久性（昭和 60 年，土木学会関西支部）」は RC 床版の耐久性に関する初期の集大成であり，平成 10 年より三回にわたり開催された道路橋床版シンポジウム（土木学会鋼構造委員会）の報告書には，RC 床版に限らず道路橋床版に関する最新情報が紹介されているので，ぜひ参照いただきたい。

3. 3にて提案した簡易判定表は，配点や判断基準のキャリブレーションが必要かも知れないが，道路を管理する立場，あるいは実際に現場に点検に立つ技術者に判断の目安として利用していただければ幸いである。

3. 4において提案した新設床版のデータベースの構築には，データの公開や共有など乗り越えなければならないハードルもあるが，施工者として設計・施工の成果をデータとして蓄積しておくことが，後に有益な財産として利用できるものと考えている。まずは施工会社の皆様に工事のデータベースとして利用し，将来の来るべき時に備えていただければ幸甚である。

また，3. 2にて道路橋 RC 床版の今後に対する問題提起，技術提案に関する文献を紹介している。新しい構造型式，施工方法，設計手法の開発や，新材料の研究など，新設床版をいかに耐久性の高いものにするかという視点に立ったもの，あるいは，本編と同様に，既設床版の点検手法や，劣化予測など床版の現状を把握する技術に着目したもの，劣化床版の補修・補強技術の開発などが多くみられた。これらに比して補修・補強を施した後の床版に関する研究は，今後充実が求められる分野ではないかと感じた。

これまでの研究から，新設床版の耐久性確保，および，劣化の予測はある程度の精度で把握できるようになったと言えそうである。今後は，補修・補強の方法が劣化床版の保有性能に与える効果，施工時の損傷の程度が与える影響，および施工後の劣化度合いを評価することは，既設橋のライフサイクルを評価する上で重要な技術となるであろう。

