

目 次

まえがき	1
1. 概 説	2
1.1 用語の定義	2
1.2 耐荷力ならびに供用荷重決定の方針	2
2. プレートガーダー橋およびトラス橋に対する耐荷力 ならびに供用荷重決定方法 (案)	6
2.1 概 説	6
2.2 プレートガーダー橋およびトラス橋に対する耐荷力 ならびに供用荷重決定方法 (案)	7
あとがき	2 2
付録 I 既設橋耐荷力調査実施要領 (案)	2 3
付録 II 建設省技術研究会による「既設橋梁の耐荷と 供用限界に関する研究」の概要	7 6

まえがき

現存する道路橋には旧示方書またはこれに準じて設計・製作されたものが多く、これらの中には老朽化し、何らかの通行制限を行なわないと危険な状態のものがある。とくに、最近では道路交通量の増大、車両の大型化・重量増などによって、この傾向は一層強まりつつある。

このような既設橋について、その耐力力と供用限界荷重を求める方法を確立することの必要性が高まり、建設省技術研究会においてもこの問題がとりあげられて、40、41両年度にわたり「既設橋梁の耐力力と供用限界に関する研究」と題するテーマのもとに調査研究が行なわれた。

その結果、比較的多くまとまった資料が得られたプレートガーダー橋とトラス橋についての試験資料をもとにして、当研究室においてプレートガーダー橋とトラス橋に対する耐力力ならびに供用荷重決定方法(案)を作成した。

この資料はこれを報告するものである。

なお、付録として、建設省技術研究会による調査の実施にあたって当研究室が作成した既設橋耐力力調査実施要領(案)と、それにしたがって実施された建設省技術研究会による耐力力調査の資料を集録した。

構造橋梁部橋梁研究室

太 田 実

1. 概 説

1.1 用語の定義

つぎのように用語を定義する。

(1) 基本耐荷力

次式で与えられる数値 (T_L 表示) を基本耐荷力という。

$$P = 20 \times \frac{\sigma_a - \sigma_d}{\sigma_{20}}$$

ここに、 P : 基本耐荷力 (これを表示する場合、床および床組については $T-P$ 、主グタについては $L-P$ のように、上式の右辺で与えられる数値の前に T または L を冠して示す)。

σ_a : 設計時における材料の許容応力度

σ_d : 死荷重応力度

σ_{20} : 鋼道路橋設計示方書 (昭和39年6月、日本道路協会) に規定されている1等橋の活荷重ならびに衝撃によって生ずる応力度。ただし衝撃は橋種に応じて、それぞれの規定によることとする。

σ_d および σ_{20} の計算にあたっては、腐食による断面減少や部材の強度に影響するような部材の変形等があれば、これを考慮するものとする。

(2) 供用荷重

道路管理者が、交通条件、路面状況、橋梁の構造等を考慮して基本耐荷力を補正して求めた、任意に通行することを許容しうる車両の1台あたり総重量を供用荷重という。

橋梁に標示する制限重量はこの荷重とする。

(3) 特認供用荷重

道路管理者が申請をうけて、その荷重にかぎり特殊な状態で通行を許可しうる車両の総重量を、特認供用荷重という。

1.2 耐荷力および供用荷重決定の方針

橋梁の耐荷力を判定し、それに応じた供用荷重を定める手段として、一般につきの3つの方法が考えられよう。

1) 実験を主体とする方法

載荷試験を行なって部材のヒズミやタワミを測定し、それらの資料をもとにして、耐荷力および供用荷重を定める。

2) 計算を主体とする方法

構造計算のみによって部材の強度をたしかめ、供用荷重を定める。

3) 計算と実験とを併用する方法

構造計算を行なうとともに、載荷試験によってそれをたしかめるか、または場合によっては実測資料をもとに計算結果を補正して耐荷力を求め、供用荷重を決定する。

これらについて考察するに、1)は直接的に部材の強度を検証しうる点でもっとも信頼性があるが、1橋ごとに載荷試験を行なわねばならず、多大の経費と労力を必要とする。

2)は、もっとも簡便ではあるが、古い示方書で設計された橋について通常行なわれてきたような計算方法(慣用計算)で部材耐力を算定してみても、当該橋梁の準拠する示方書の設計荷重に相応した耐荷力値としかならないことは明らかであり、また、荷重分配や部材の相互作用などをより実際の状態にちかいように考慮して厳密計算を行なう場合、計算仮定の設け方によって結果に相当の差異をきたし、橋梁の実際の応力状態に対してどのような計算法によるのが誤差が少ないかを検証することができないので、煩雑な計算を行なうわりには得られた結果に十分な信頼性が期待できない。

そこで、3)の方法が有力と考えられる。すなわち、ある橋種形式についてある程度実測資料が蓄積されるまでは構造計算と載荷試験を併用し、その後は既往の実測資料を統計的に整理した結果を利用して、構造計算結果を補正して用いようとするものである。

いま、ある橋種形式について、ある程度まとまった実測資料がある場合について、耐荷力ならびに供用荷重を求めるための方針および手順について詳述すると、つぎのようである。

(1) 耐荷力判定の意義

古い示方書による小さな設計荷重で設計された橋梁は、とくに床版および床組部材は現行示方書による $T L-20$ 荷重に対して耐力不足であることは明らかで、したがってこのような橋梁に対する供用荷重は、それぞれの設計荷重以下に制限されればもっとも簡便かつ安全といえるが、それでは既設橋のうち現行示方書で設計された橋梁以外は $T-20$ 相当の荷重を通行させることができなくなり、道路交通の混乱を来すことが明らかである。

しかるに、既往の実験資料などからよく知られているとおり、一般に実際の部材応力は計算値を下廻る場合が多く、たとえば下路の鋼トラス橋においては下弦材、縦ゲタ、床版等がある程度共同作用することにより、それぞれの実応力度は計算応力度を下廻る傾向がみられ、また、非合成プレートガーダ橋にあつては、通常の交通荷重作用下において鉄筋コンクリート床版がゲタと共同作用して、あたかも合成ゲタとしての作用にちかい状態にあることが傾向的にみられるところである。

このように部材によっては、通常の計算応力に対してある程度の余裕をもっている場合があるので、これを耐荷能力の一部として活用し、さらに実際の交通状況（車種別構成、交通量、巾員構成等）や路線の重要度などをも勘案して、現状において安全に通行を許容しうる供用荷重の最大値を見出すことが、既設橋、とくに耐荷力の小さい老朽橋に対する耐荷力判定の意義と考えられる。

(2) 耐荷力ならびに供用荷重決定の方針

既設橋の耐荷力ならびに供用荷重決定の操作は、その結果が直接橋梁の安全性にかかわるだけに、信頼性のあるものでなければならないが、一方、おびえだしい既設橋の数を考えると、その操作はできるだけ簡便に、能率的に、かつ安価に行ないうることの必要性が要求される。

このような観点から、前述のような実測資料にもとづき計算結果を補正して耐荷力を求める方法は、上記のような目的にかなった実用的な方法といえよう。

この方法において、供用荷重標示までの操作の基本とする方針をかかげると、つぎのようである。

1) 橋梁の耐荷力は 1.1 (1) に定義した基本耐荷力を基本値とする。その際、構造計算をできるだけ簡単にするため、構造計算はすべて慣用計算（通常の設計に用いられる計算法で、例えば上路プレートガーダー橋（非合成）の場合は、荷重分配を版や格子のように考えず、かつ床版の合成作用を無視して行なう計算）によることとする。

2) 供用荷重は基本耐荷力を補正して求める。補正は、交通パターン（車種別構成、交通量、橋梁の巾員構成等）、計算応力と実応力との差異、路面状況、橋梁の動的挙動、許容応力割増の可能性、将来における供用予定年数、路線の重要度等を考慮して行なう。

これらの補正項目のうち、計算応力と実応力との差異、路面状況、橋梁の動的挙動など橋梁の応力状態に直接かかわる因子については、既往の実測資料を統計的に整理した結果を利用する。

3) このようにして得られた供用荷重をもって制限荷重とし、それが $T L - 2.0$ を下回るときは 1.1 (2) の定義にしたがってそれを橋梁に標示して荷重制限を行なう。

(3) 耐荷力ならびに供用荷重決定の手順

(2) にのべた方針にしたがって、耐荷力ならびに供用荷重決定の具体的な手順を示すと、つぎのとおりである。

1) 予備調査

対象とする橋梁の基本耐荷力算定にさきだって、橋梁の構造、断面諸元、腐食・破損等の状況を調査する。

2) 基本耐荷力の算定

橋梁の主要部材のおののについて基本耐荷力値を求める。その際には、腐食等による断面欠如や部材の強度に影響をおよぼすような変形・変位等があればそれらを考慮する。

3) 供用荷重の決定

基本耐荷力について、つぎのような補正を行なって供用荷重を求める。

a) 応力度に関する補正

鉄筋コンクリート床版の合成効果や荷重分配作用を考慮し、既往の実測資料を根拠とする適当な補正係数を基本耐荷力に乗じて補正する。

b) 路面状況に関する補正

路面の良否は、衝撃応力を左右するので、路面の平滑度に応じて基本耐荷力値を補正する。その際も、既往の実測資料を根拠とする補正係数を用いる。

c) 交通状況に関する補正

通常の交通状態における橋梁上への荷重の載り方を考慮して交通補正係数を定め、基本耐荷力値にこれに乗ずる。

d) その他の条件による補正

a)～c)のような因子のほかに、橋梁の将来供用予定年数、路線の重要度、橋体の動的挙動（振動など）などを考慮して基本耐荷力を適宜補正する。

4) 供用荷重の標示

(3)までの操作を部材の種類ごとに行なって各部材群に対する供用荷重が得られれば、それらのうちの最小値がその橋梁の供用荷重となる。その値が $T L - 20$ を下廻るときは、それを制限荷重として橋梁に標示する。

2. プレートガーダー橋およびトラス橋に対する耐荷力ならびに供用荷重決定方法(案)

2.1 概 説

建設省技術研究会の昭和40年度および41年度における道路部門指定課題として「既設橋梁の耐荷力と供用限界に関する研究」がとりあげられ、各地方建設局において合計約40橋の載荷試験が実施されたが、これらの資料を整理した結果、鋼単純プレートガーダー橋と鋼単純トラス橋とに関しては、それらの俱用計算による計算応力との関係および路面状況と荷重との関係について、ある程度まとまった傾向を把握することができた。

そこで、それらの結果を利用して、単純プレートガーダー橋と単純トラス橋とに対する耐荷力ならびに供用荷重決定方法(案)を、土木研究所において作成した。2.2にそれをおかけする。

これら、ごく単純な橋種形式においてさえその耐荷力に関しては不明確な点が多く、このような指針に類するものを起草するにはまだまだ資料不足の感はいえぬが、従って原案にかける条文も完全なものとはいえないが、あえてその成文化を試みたのは、既設橋の耐荷力に関して時代の要請が切迫している折から、現在までに明らかにされたことからだけでも整理・成文化して、耐荷力に関する総合的な規準の端緒となすことを意図したものである。

したがって、この原案はあくまでも暫定的なものであり、今後の調査・研究の進捗とともに漸次改正するべきであり、さらには他の橋種形式にも範囲をひろげて、より広範かつ充実した規準の確立につとめなければならない。

前記の建設省技術研究会で載荷試験の対象とされた橋梁の中には約10橋の鉄筋コンクリート橋がふくまれていたが、鋼橋の場合にくらべて鉄筋コンクリート橋では応力測定などの実施面での困難性が大きいためか、ほとんどまとまった資料は得られなかった。鉄筋コンクリート橋に関しては、その基本的な強度の評価の方法そのものからして難解な問題であり、その耐荷力ならびに供用荷重の決定方法を確立するためには、今後における集中的な調査・研究にまつまところが大いと考えられる。

鉄筋コンクリート橋はもとより、鋼橋にあっても荷重や力の作用状態が複雑な形式については、ただちに載荷試験などの直接的な手段を用いても、それぞれの橋種全般に適用しうるような解は求め難く、まず、解決の基本方針の検討から十分に行なう必要があると考えられる。

なお、2.2にかける原案は単純プレートガーダー橋および単純トラス橋に対するもの

であるが、非合成の連続プレートガーダー橋や連続トラス橋についても、計算または載荷試験によって妥当性が確かめられればこれを準用することができるものと考えられる。

2.2 プレートガーダー橋およびトラス橋に対する耐荷力ならびに供用荷重決定方法(案)

昭和41年10月

建設省土木研究所

目 次	
1. 総 則	4. 供用荷重
1.1 適用の範囲	4.1 供用荷重の定義
1.2 耐荷力ならびに供用荷重 決定方法の原則	4.2 補正項目の種類
2. 予備調査	4.3 応力度に関する補正
2.1 構造および断面寸法の調査	4.4 路面状況に関する補正
2.2 腐食等欠陥の調査	4.5 交通状況に関する補正
3. 基本耐荷力	4.6 その他の考慮すべき事項
3.1 基本耐荷力の定義	4.7 供用荷重の決定
3.2 基本耐荷力算定の対象	4.8 供用荷重の表示
3.3 許容応力度	5. 特認供用荷重
3.4 死荷重応力度	5.1 特認供用荷重の定義
3.5 活動重応力度	5.2 特認供用荷重の運用
3.6 基本耐荷力の決定	6. 補 則
3.7 橋梁台帳への記載	6.1 載荷試験の併用
	6.2 他の橋種形式に対する処置

1. 総 則

1.1 適用の範囲

この指針は、既設の箱道路橋のうち、非合成単純プレートガーダー橋および単純トラス橋の耐荷力ならびに供用荷重の決定に適用する。

【解 説】

構造形式の比較的簡単な非合成単純プレートガーダ橋と単純トラス橋とについてのみ扱うこととし、他の橋形式ならびに他の橋種（鉄筋コンクリート橋、PⅠ橋など）については別途規定によることとした。しかし、非合成の連続プレートガーダ橋や連続トラス橋などについても、計算または載荷試験によって妥当性がたしかめられれば、この規定を準用することができる。

1.2 耐荷力ならびに供用荷重決定方法の原則

耐荷力ならびに供用荷重の決定は、計算によって行なうのを原則とする。

【解 説】

橋梁の耐荷力ならびに供用荷重の決定は、個々の橋梁の構造特性および環境条件に依存するところが大きいので、個々の橋梁ごとに載荷試験を行ない、実測資料をもとにこれを定めるのがもっとも確かではあるが、これでは大きな費用と労力を要する。そこで、この費用と労力の節減をはかるため、耐荷力ならびに供用荷重評価の精度は多少犠牲にしても、簡便かつ迅速に操作しうることを重視して、計算を主体とする方針としたものである。しかし、計算の基礎となる構造現況ならびに交通状況等環境現況の調査は、つねに必要とされる。

2 予 備 調 査

2.1 構造および断面寸法の調査

対象とする橋梁の構造、諸元、断面寸法等をあらかじめ明らかにしておかなければならない。

【解 説】

橋梁の架設年代、適用示方書、橋の等級などは勿論、橋梁の構造、諸元、各部分の断面寸法などは基礎資料として不可欠のものであるから、これをまず明らかにしておかなければならない。古い橋梁などで設計図書が保管されていないものについては、現橋の調査を行なってこれらを明らかにする必要がある。また、設計図書が保管されているものでも、不明確な点があれば現橋を調査してたしかめておかねばならない。この際、架設後の補修・改修の履歴に注意し、たとえば床版の打替え時に、床版厚を原設計と変えていないかなどをたしかめる必要がある。

2.2 腐食等欠陥の調査

鋼材の腐食、部材の変形・変位、あるいは床版・鋪装・伸縮継手の破損など、耐荷力に影響をおよぼす欠陥があれば、その所在位置と程度とをあらかじめ明らかにしておかなければならない。

〔解 説〕

鋼材の腐食や部材の変形・変位等は、3に規定する基本耐荷力の算定において考慮される基本的諸量であるから、あらかじめ十分調査しておかなければならない。鋼材の腐食度を厳密に評価することは困難であるが、適当な調査法により腐食発生部位とそれぞれの位置における腐食量（腐食による板厚減量を σ_d で表わす）とを全橋的に調査して記録する。実際には、腐食の程度を表面の状態や色相などにより数段階に分類し、それぞれを代表する微小部分を研磨するなどして腐食量をたしかめておき、全橋については外観の視察によって腐食度を判定する方法などが考えられる。部材の変形・変位の量はその量を実測する。床版、鋪装、伸縮継手等の破損は、のちに供用荷重を決定する際に評価されるので、あわせて調査しておくのがよい。

3. 基 本 耐 荷 力

3.1 基本耐荷力の定義

次式で与えられる P を基本耐荷力という。

$$P = 2.0 \times \frac{(\sigma_a - \sigma_d)}{\sigma_{20}}$$

ここに、

σ_{20} ：築道路設計示方書（昭和39年6月、日本道路協会）に規定された1等橋の活荷重ならびに衝撃によって生ずる応力度。ただし、衝撃は橋種に応じてそれぞれの規定による。

σ_d ：死荷重応力度

σ_a ：設計時における材料の許容応力度

P ：基本耐荷力（これを表示する場合、床および床組については $T-P$ 、主ゲタおよびトラス主構については $L-P$ のように、数値の前に T または L を冠して示す）。

応力計算にあたっては腐食などによる断面減少や、耐荷力に影響をおよぼす部材の変形・変位等があれば、それを考慮する。

【解 説】

橋梁の現在における強度を、現行の設計荷重との対比をもって代表する数値で、供用荷重を決定するための基本となるものである。

この数値の意味は、各部材の許容応力度から死荷重応力度を差引いた値、すなわち活荷重に対して残された応力度の余裕を、現行の設計活荷重体系に準じたT L値で表わそうとするもので、たとえば主ゲタに関してL-1.4という結果が得られたとすれば、これはその主ゲタにL-1.4すなわち現行の2等橋の主ゲタに対する設計荷重が作用したとき、許容応力度に達することを意味する。

この数値はあくまでも、橋梁の現在における強度を表わすものであるから、応力計算にあたっては設計断面をそのまま用いてはならず、腐食等による断面減少等があれば、その減少せる断面について算定しなければならない。

3.2 基本耐荷力算定の対象

基本耐荷力は、表-1に示す部材のすべてについて求めなければならない。

表-1

形 式	基本耐荷力を算定すべき部材
非合成単純プレートガーダー橋	主ゲタ、縦ゲタ、横ゲタ、床版
単 純 ト ラ ス 橋	主構（上・下弦材、斜材、垂直材）、縦ゲタ、横ゲタ、床版

【解 説】

基本耐荷力は主要部材のすべてについて計算しなければならない。この場合、たとえば多主ゲタ橋であれば全主ゲタについて計算する。床組については、縦ゲタは外側縦ゲタと中間縦ゲタ、横ゲタは端横ゲタと中間横ゲタを、また鉄筋コンクリート床版は、引張主鉄筋と圧縮側コンクリートとを算定の対象とする。

3.3 許容応力度

許容応力度は、設計に用いられた値を用いる。設計に用いられた許容応力度が不明のときは、設計時に用いられていた示方書に規定されている値を用いる。

【解 説】

設計図書を参照して、設計に用いられた値をそのまま用いるのであって、原則として許容応力度増しの操作を行なってはならない。

設計図書がなく、許容応力度が不明のときは、設計時に用いられていた示方書の値を用いることとする。大正15年制定の「道路構造に関する細則案」〔第2章 橋 梁〕および昭和14年制定の「鋼道路橋設計示方書案」に規定された許容応力度を、表3.3.1に示す。

表3.3.1

示 方 書 の 種 類		大 正 1 5 年 示 方 書	昭 和 1 4 年 示 方 書
材 料	構 造 用 鋼	S t 3 9	S S 4 1
	鉄 鋼	S t 3 4	S S 3 4
引 張	軸 方 向 (純 断 面 に つ き)	1,200 Kg/cm ²	1,300 Kg/cm ²
圧 縮	軸 方 向 (純 断 面 に つ き)	$1,500 (1 - 0.0055 \frac{L}{r})$ $\leq 1,000$	$\frac{L}{r} < 100 : 1,100 - 0.04 (\frac{L}{r})^2$ $\frac{L}{r} \geq 100 : 7,000,000 (\frac{1}{r})^2$
	添 接 材		1,200
曲 げ	ケタの引張縁 (純 断 面 に つ き)	1,200	1,300
	ケタの圧縮縁 (純 断 面 に つ き)	$1,200 (1 - 0.012 \frac{L}{r})$ $\leq 1,100$	$1,150 - 0.5 (\frac{L}{r})^2$ 1,150
	ビ ン	1,800	1,900
セ ン 断 応 力	板ゲタの復部 (純 断 面 に つ き)	900	1,000
	ビ ン	900	950
	工 場 鋳	850	950
	手 打 鋳	750	
	現 場 鋳	750	800
	仕 上 ボ ル ト	750	800
	ア ン カ ー ボ ル ト		600
	鉄 筋	900	
支 圧 応 力	工 場 鋳	1,700	1,900
	ビ ン	1,800	1,900
	現 場 鋳	1,500	1,600
	仕 上 ボ ル ト	1,500	1,600

	手	打	鉄	1,500	
	口	一	ラ (kg/cm)	45d	45d
	球	面	支 承 (kg/cm ²)		6,000
	曲	げ	応 力		1,150
鉄 鋼	支	圧	応 力		1,900
	球	面	支 承		6,000
	軸	方 向	圧 縮		800
鉄 骨	曲	げ	引 張		400
			圧 縮		800
	セ	ン	断		300

3.4 死荷重応力度

- (1) 死荷重応力度の算定において n 本主ゲタをもつ非合成ゲタ橋におけるゲタ 1 本あたりの死荷重分担 w_d は、次式により求める。

$$w_d = \frac{W_d}{n}$$

ただし、 w_d : 全死荷重

単純トラス橋における各主構の死荷重分担は、おのづかの $\frac{W_d}{2}$ とする。

- (2) 材料の実重量が不明の場合は、鋼道路橋設計示方書・6 条表-2 の値を用いる。

〔解 説〕

(1) について：計算を簡単にするために、近似的にこのように定めたものである。

(2) について：設計図書がある場合は、そこに用いられている値を用いる。

3.5 活荷重応力度

- (1) 床および床組に対しては、鋼道路橋設計示方書 8 条に規定された 1 等橋の $\overline{P}$ 荷重を、主ゲタおよびトラス主構に対しては同 9 条に規定された 1 等橋の $\overline{L}$ 荷重を用いる。

- (2) (1) のおのづかのにおいては、鋼道路橋設計示方書 10 条に規定された衝撃を考慮する。

- (3) 荷重の負載方法は、鋼道路橋設計示方書の規定による。各主ゲタに対する荷重分担は、床版が主ゲタ間隔を支間とする単純ゲタであると仮定して求めた主ゲタ上の

反力とし、縦ゲタおよび横ゲタについても、床版がそれぞれの部材間隔を支間とする単純ゲタと仮定して求めた縦ゲタまたは横ゲタ上の反力とする。

- (4) 応力度の計算にあたって、非合成ゲタ橋におけるコンクリート床版の主ゲタに対する合成効果などは無視する。

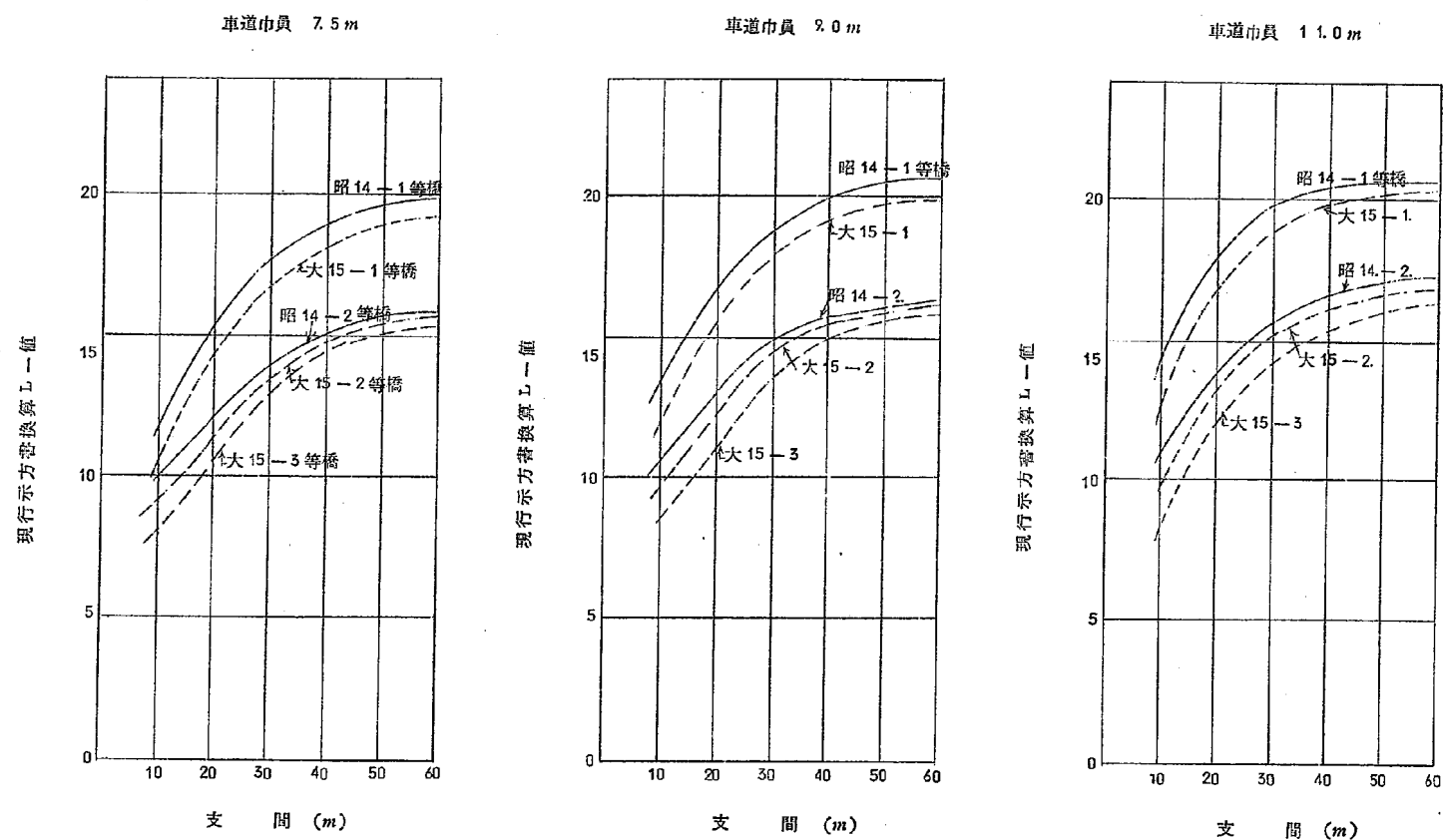
【解 説】

(1)について：いかなる示方書のいかなる等級の荷重によって設計された橋梁に対しても、基本耐荷力算定には現行示方書の1等橋の荷重を用いる。

設計荷重の変遷とともに設計部材強度の変化をみるため、大正15年示方書および昭和14年示方書で設計された主ゲタの現行の荷重体系に換算したL-値を示すと、図3.5.1のようである。

(2)について：衝撃係数を求める際の各部材の長さ l のとり方も、示方書の規定による。

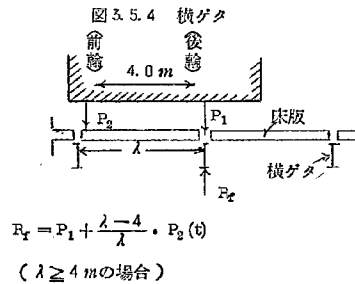
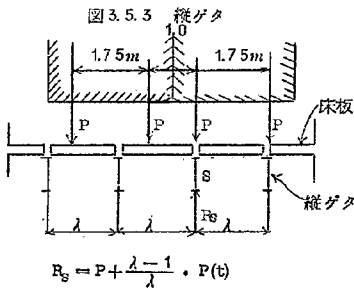
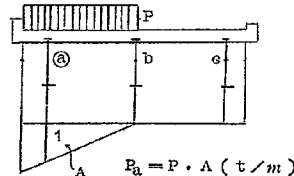
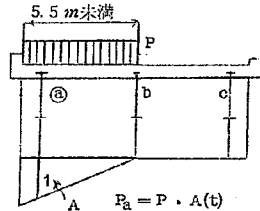
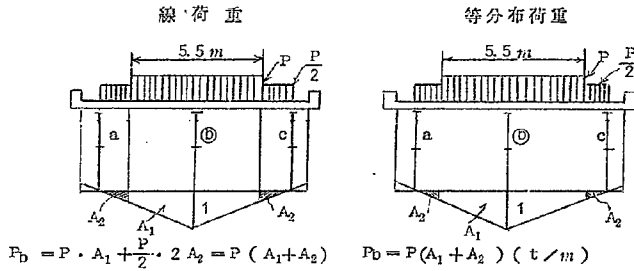
図 3.5.1 大正15年示方書および昭和14年示方書による主ゲタ設計荷重の現行示方書L-1荷重への換算
(全車道巾員について。貨車も考慮。)



(3)について：荷重の横分配を板または格子のように考える方が、実際の状態にちかひものと考えられるが、ここでは計算方法はできるだけ簡単なものとすることを重視して、このように定めたものである。

プレートガーダー橋の場合の計算方法を例示すると、図3.5.2～図3.5.4のようである。

図3.5.2 主 ゲ タ



床版は、幹道路橋設計示方書 19 条の算式（1 方向版）により曲げモーメントを求め、引張主鉄筋と圧縮側コンクリートの応力度を算定する。ただし、2 方向版に該当するもの（ $\ell_y/\ell_x > 2$ ）は同・21 条の算式を用いる。床版の設計図書がなく、断面寸法や鉄筋量が不明のときは、現場調査によってたとえ概略値だけでもたしかめることとする。

(4) について：床版の合成効果は、のちに供用荷重を求める際の補正項目の一つとして考慮される。

3.6 基本耐荷力の決定

基本耐荷力は、3.2 表-1 に示す部材のおののについて定める。各部材ごとの基本耐荷力は、おののの部材群における値の最小値とする。

【解 説】

主ゲタ、縦ゲタ、横ゲタなどの耐荷力はそれぞれの 1 組の部材中耐力の最も小さいもので決まるものであるから、たとえば多主ゲタ橋の場合、基本耐荷力が外ゲタで $L-17$ 、中ゲタで $L-15$ であったとすれば、この 1 組の主ゲタ群の基本耐荷力は $L-15$ となる。縦ゲタ、横ゲタの場合も同様である。床版の場合は、引張主鉄筋および圧縮側コンクリートの基本耐荷力のうち、小さい方の値が床版の基本耐荷力となる。

3.7 橋梁台帳への記載

各部材の基本耐荷力は、橋梁台帳に記載するものとする。

【解 説】

基本耐荷力は供用荷重決定の基本となるもので、環境条件等の変動につれて供用荷重を変更しようとする場合にも用いられるので、台帳に記載して、保持するものとする。腐食等欠陥が悪化して基本耐荷力の訂正が必要となった場合にはあらかじめ算定しなおし、それまでの値を抹消して訂正値を記載する。

4. 供 用 荷 重

4.1 供用荷重の定義

道路管理者が橋梁の構造、橋梁の現況、交通条件等を考慮し、基本耐荷力を補正して求めた、任意に通行することを許容しうる車両の 1 台あたり総重量を供用荷重という。

【解 説】

4.2に示すような諸項目について基本耐荷力を補正して得られる T_1 値で、同時に何台でも通行することを許しうる自動車1台あたりの総重量である。

従来、橋梁に表示する制限荷重の意味はとかく不明確であったので、これを明らかにした。

4.2 補正項目の種類

供用荷重を求めるための基本耐荷力の補正は、つぎの諸項目について行なう。

- (1) 応 力 度
- (2) 路 面 状 況
- (3) 交 通 状 況
- (4) そ の 他 の 条 件

【解 説】

各項については4.3～4.6の規定および解説を参照のこと。

4.3 応力度に関する補正

鉄筋コンクリート床版の合成効果や荷重分配作用の影響を考慮し、基本耐荷力に表-2に示す応力度補正係数 K_8 を乗ずる。

表 - 2

形 式	構 造 部 位	部 材	K_8
非合成単純プレートガーダー橋	主 ゲ タ 床および床組	主 ゲ タ	1.25
		床 版	1.65
		縦 ゲ タ 横 ゲ タ	
単純トラス橋	主 構	載 荷 弦	1.25
		非 載 荷 弦	1.00
		斜 材	
		垂 直 材	1.65
	床および床組	床 版	
		縦 ゲ タ 横 ゲ タ	

【解 説】

この係数は、多数の実橋における載荷試験の資料から、3.5に規定する方法で求めた計算値と実測応力度との関係をもとめ、部材の種類ごとに傾向をまとめて定めたものである。

この補正は、鉄筋コンクリート床版による荷重分配作用や他部材との合成作用の効果を活用しようとするもので、これを安全に行なうためには、このような効果が現行の1等橋に対する設計荷重相当の荷重載荷下にあっても保持される必要がある。しかし、載荷試験の結果からは、TL-20程度までの荷重に対しては、この効果は十分保持されるものと考えられるので、これを活用することにしたものである。

この補正を行なうことによって、プレートガーター橋の主ガタ、トラスの載荷弦、ならびに床版および床組の基本耐荷力は割増されるが、割増された荷重に対する継手部のせん断応力を照査して、その安全性をたしかめなければならない。

4.4 路面状況に関する補正

路面の平滑度に応じて、基本耐荷力に表-3に示す路面補正係数 K_r を乗ずる。

表 - 3

記 号	路 面 の 状 況	K_r
A	正常、または舗装に多少の凹凸がある程度。	1.00
B	舗装に多少のはく離があり、車輪通過時にわずかに車体の振動を誘起するもの。	0.95
C	舗装の割れやはく離が散在し、その部分で車体がかなり振動する状態。	0.90
D	舗装の破壊いちじるしく、車両通行時に車体がはげしく振動する状態。	0.85

【解 説】

路面の良否が街路に影響をおよぼすことは明らかであるが、これを厳密に評価することは困難である。

表-3の係数は、実橋における動的タワミ測定試験の結果などを参照して定めたもので、路面の状況に応じて採用すべき補正係数の基準を示すものである。路面状況の判定は責任技術者がこれを行なう。

4.5 交通状況に関する補正

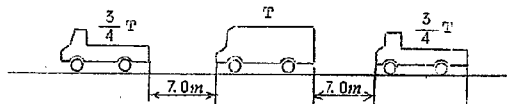
通常の交通状態における橋梁上への荷重の載り方を考慮して交通補正係数 K_t を定め、基本耐荷力にこれを乗ずる。

〔解 説〕

基本耐荷力は、現行示方書の T_L 荷重系（図4.5.1）の活荷重を考慮して求めたものであるが、実交通荷重がこれより苛酷な状態にあるかまたはこれより余裕をもった状態であるかによって供用荷重を調整する必要がある。

実交通状態を厳密に評価することは不可能であるから、橋梁上における交通状況の実地調査によって、責任技術者がこの判断を行なう。その場合、たとえば主ゲタについてはつぎのような観点から評価するのがよい。

図 4.5.1



(1) 市員方向の荷重分布

車道市員に対して、現実の走行状態において同時に並列しうる台数を調べ、現行示方書の載荷状態と比較する。

(2) 橋軸方向の荷重分布

基本耐荷力に4.3および4.4の補正を施して得られた L -値に対応する図4.5.1のような車列とくらべて、現実の交通荷重がどの程度の L -値に相当するかを調べる。この場合、一日のさまざまな時間帯から代表的な交通パターンを抽出し、それぞれのパターンにおける主ゲタの曲げモーメントを計算して、前記の基本耐荷力を補正して得た L 値に対応する荷重系による曲げモーメントと比較してみるとよい。

4.6 その他の考慮すべき事項

供用荷重の決定にあたっては、橋梁の将来供用期待年数、路線の重要度、あるいは橋体全体としての動的挙動などを考慮して、基本耐荷力を適宜補正しなければならない。

〔解 説〕

これらの項目は数値的に表わすことが困難であるので、責任技術者の判断によるほかない。

将来供用期待年数とは、架換または撤去まで料米さらにその橋梁を使用しようとする予定年数であり、路線の重要度とは、もし橋梁に重大な欠陥を生じた場合それが各方面におよぼす影響の度合を意味する。

橋体全体としての動的挙動としては、たとえば活荷重によるタワミや振動が異常に大きいとか、支の変状のために変位が抑制されるなどの現象がある場合、その面からの制約が重要になる場合もありうる。

4.7 供用荷重の決定

部材の種類ごとに供用荷重を求め、そのうちの最小値をもって橋梁の供用荷重とする。

〔解 説〕

基本耐荷力に4.3～4.6の補正を施して得られる値が供用荷重で、これは部材の種類ごとに定められる。橋梁の供用荷重はそのうちの最も小さい値を有する部材によってきまるので、これをその橋梁の供用荷重とするものである。

4.8 供用荷重の表示

供用荷重は、これを橋梁の両端部に表示する。表示する数値は、4.7によって定まる値の小数点以下1位を四捨五入して得られる整数値とし、単位はtとする。

〔解 説〕

供用荷重が20t以上の場合は表示を行なう必要がない。供用荷重が20tを下まわる場合は荷重制限を行なわなければならない、そのための表示方法を規定したものである。

5. 特 別 認 供 用 荷 重

5.1 特認供用荷重の定義

道路管理者が申請をうけて、その荷重にかぎり特殊な状態で通行を許可できる車両の総重量を、特認供用荷重という。

5.2 特認供用荷重の運用

特認供用荷重の運用は、別途規定にもとづいて行なわれる。

〔解説〕

この荷重は、この指針とは別個に扱うもので、その運用も別途規定にもとづくものであることを明らかにした。この別途規定は、まだ立案されていない。

6. 補 則

6.1 載荷試験の併用

この指針を、非合成連続プレートガーダー橋および連続トラス橋に対して準用する場合は、載荷試験を併用してその安全性を検証しなければならない。

〔解説〕

連続形式の橋梁については、計算応力との関係などがまだ明らかになっていないのでこれらを実験的にたしかめる必要がある。

補正係数として用いる数値が、実測にもとづくものであれば、供用荷重を決定する手順は、この指針に従ってよい。

6.2 他の橋種形式に対する処置

非合成プレートガーダー橋および単独トラス橋以外の橋種形式についての供用荷重の決定は載荷試験にもとづいて行なうのを原則とする。

〔解説〕

鋼橋に属する他形式については、載荷試験により各部材の実応力を測定し、必要があれば応荷重の影響も調査し、これらの実測資料をもとにして耐荷力を推定することがもっともたしかである。

鉄筋コンクリート橋については、耐荷力を求めるための計算法、試験法について今後十分に研究する必要がある。

あ と が き

建設省技術研究会によって行なわれた多数の実橋における載荷試験の資料をもとに、土木研究所において作成したプレートガード橋に対する耐荷力ならびに供用荷重決定方法(案)を原案のままかがげたが、これは今後の調査・研究によって逐次改訂・補正してゆきたい。さらに、調査研究の範囲も他の鋼橋形式、鉄筋コンクリート橋、プレストレスコンクリート橋にも拡張して、総合的な耐荷力ならびに供用限界決定指針の作成を目標としたい。

しかしこの目標に到達するためには多くの実測資料が必要であり、また場合によっては供試体による室内実験等も必要となろう。たまたま、現在当研究室においては非合成ゲタの床版合成効果に関する一連の静的および動的試験を実施中であり、その結果については資料がまもなく次第報告する予定であるが、その成果はこの資料にかかげた原案の実験室的検証もしくはその改訂のために有益なものと期待している。

実橋に関する実測資料は、それが行なわれた橋梁の耐荷力に関して利用されることのほかに、その橋種・形式に関する資料蓄積のうえで貴重な役割りを果たすことの意義が大きい。この意味で、各種の橋種形式の既設橋梁について、できるだけ載荷試験の機会がもたれ、その成果を当研究室の保有資料に加えていただくとできれば、それらの一つ一つは耐荷力という難解な問題の解決のために大いに貢献するであろうことを疑わない。

付 録 I

既設橋耐荷力調査実施要領(案)

I (A) 既設橋耐荷力調査実施要領(案)

(昭和40年度・建設省技術研究会の耐荷力
調査に適用したもの。)

I (B) 載荷試験実施要領(案)

(昭和41年度・建設省技術研究会の載荷試
験に適用したもの。)

I. (A). 既設橋耐荷力調査実施要領 (案)

昭和 40 年 5 月

土木研究所橋梁研究室

目 次

I. (A). 1. (a). 既設橋変状外觀調査表	2 5
I. (A). 1. (b). 既設橋変状外觀調査表記識要領	3 0
I. (A). 2. (a). 試験実施要領	3 7
I. (A). 2. (b). 試験実施要領解説	4 7

I, (A). 1. (a). 既設橋梁状外觀調査表

【別表-1】 一般調査表																		
												橋梁名	橋	コード番号	系	一		
A. 一般事項																		
(1)橋梁名 ふりがな	橋	(2)路線名	1.級国道 号線	(3)所在地	都府 道県	郡市 町村	(4)竣功年月			昭和	年	月						
		(5)橋下交差	1.河川 2.道路 3.鉄道(路線または河川の名称)				(6)線形	1.直橋	2.斜橋	3.曲線橋	(7)路面位置	1.上路	2.中路	3.下路				
(8)橋種型式	1.鋼・単純プレートガーダー橋	(8)設計示方書および橋の等級										1.大正15年示方書・1等橋	2.大正15示・2等	3.大正15示・3等	4.昭和14示・1等	5.昭和14示・2等	(9)制限荷重	
	2.鋼・単純トラス橋	(9)橋長	m(連)		(10)幅員	m(歩道 mを含む)		(11)補修	補修年月	補修内容		制限	通行制限					
	3.鉄筋コンクリート床版橋			速数……				1.有	I.S. .			(12)設計計算書	図面					
	4.鉄筋コンクリートTゲタ橋	(12)径間割			型式……		2.無	II.S. .			1.有			2.無	1.有	2.無		
	5.その他()																	
B. 構造概要																		
上 部 構 造										下 部 構 造								
a. 舗装	(13)種類	1.アスファルト 2.コンクリート 3.その他()			材種・材質	ゲタ本数	ゲタ間隔	摘 要	躯体形式	j. 橋 台			k. 橋 脚					
	(14)厚 さ	cm(最大 cm, 最小 cm)								b. 主ゲタ	(15)	(16)	(17)	1.重力式 2.半重力式 3.扶壁式 4.版式 5.柱式 6.ラーメン式 7.その他()	1.重力式 2.半重力式 3.扶壁式 4.版式 5.柱式 6.ラーメン式 7.その他()			
	(18)勾 配	1.横断 % 2.縦断 %																
b. 伸縮継手	(19)材種・型式				f. 床ゲタ	(20)	(21)	(22)	基礎構造形式	1.直接基礎 2.木ぐい 3.RCぐい 4.鋼ぐい 5.ケーソン(井筒または ニューマチックケーソン) 6.その他()			1.直接基礎 2.木ぐい 3.RCぐい 4.鋼ぐい 5.ケーソン(井筒または ニューマチックケーソン) 6.その他()					
c. 床版	(23)材 種	1.RC 2.その他() 鋼厚さ cm			g. 縦ゲタ	(24)	(25)	(26)		1.直接基礎 2.木ぐい 3.RCぐい 4.鋼ぐい 5.ケーソン(井筒または ニューマチックケーソン) 6.その他()			1.直接基礎 2.木ぐい 3.RCぐい 4.鋼ぐい 5.ケーソン(井筒または ニューマチックケーソン) 6.その他()					
	(27)型 式	1.単純 2.連続 3.一方向版 4.二方向版			h. 対傾構	(28)	(29)	(30)		1.直接基礎 2.木ぐい 3.RCぐい 4.鋼ぐい 5.ケーソン(井筒または ニューマチックケーソン) 6.その他()			1.直接基礎 2.木ぐい 3.RCぐい 4.鋼ぐい 5.ケーソン(井筒または ニューマチックケーソン) 6.その他()					
d. 支 承	(31)材種・型式				1. 横 橋	(32)	(33)	(34)	1.直接基礎 2.木ぐい 3.RCぐい 4.鋼ぐい 5.ケーソン(井筒または ニューマチックケーソン) 6.その他()			1.直接基礎 2.木ぐい 3.RCぐい 4.鋼ぐい 5.ケーソン(井筒または ニューマチックケーソン) 6.その他()						
C. 交通現況																		
1. 交 通 量		m. 車 種 別 比 率 (%)					n. 車 両 重 量 別 比 率 (台数, %)					摘 要						
(35) 12時間		(41)トレーラー	(42)大型トラック	(43)バス	(44)乗用車 小型トラック	(45)その他	(46)30t以上	(47)30~20t	(48)20~10t	(49)10~5t	(50)5t以下							
(40) 24時間																		
D. 特 記 事 項																		
(橋梁の構造細目、過去の履歴、架橋地点の環境条件等に関して、特記事項があれば記入する)																		

〔別表-2〕

一般図および主要部材断面図

(注：主要寸法を明示すること)

E 変状部分とその種類																				F 変状に関する説明事項	
(該当欄に○印を記入のこと)																				(変状に関する特記事項, まれは耐荷力の判定に参考となる事項があれば記入する)	
変状の種類 変状を生じている部分		a 腐食(サビの発生)	b 腐食(断面欠如)	c リベットのゆるみ	d 亀裂	e 剝離	f 脱落	g 鉄筋露出	h 変位	i 変形	j 降伏	k 座屈	l 抜出し	m 破断	n 折損	o 沈下	p 滑動	q 傾斜	r その他	s	
上部構造	1. 補装																				
	2. 高欄																				
	3. 伸縮継手																				
	4. 床版																				
	5. 床ゲタ																				
	6. 経ゲタ																				
	7. 対傾槽・横構																				
	8. 主ゲタ																				
	9. 主構																				
	10. 沓																				
	11. アンカーボルト																				
	12.																				
下部構造	13. 支承部																				
	14. 橋台躯体																				
	15. 橋台基礎																				
	16. 橋脚躯体																				
	17. 橋脚基礎																				
	18.																				
〔備考〕																					

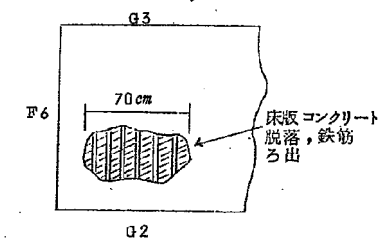
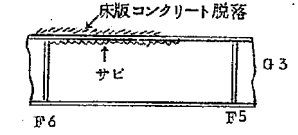
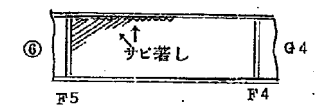
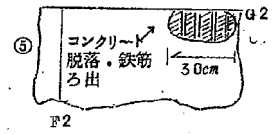
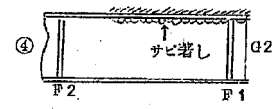
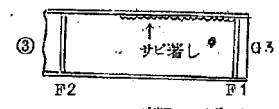
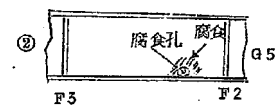
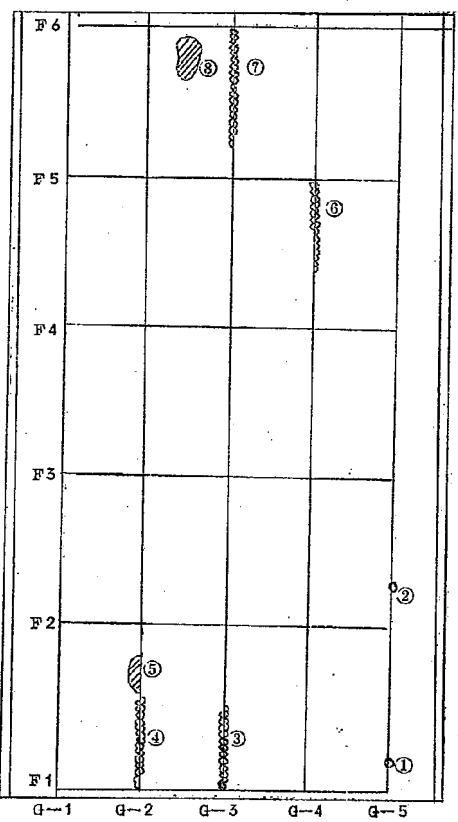
〔別表-4〕

概略変状調査書

(全橋についての変状を生じている位置と種類を略図で示すとともに、説明を要するものはその要点を附記する)

(記載例)

載荷試験対象箇所



60 変状調査年月日	昭和41年 月 日	
62 調査担当者 所属・氏名	所 属	地方建設局 開発局
	氏 名	

I, (A). 1.(b). 既設橋変状外觀調査表記載要領

既設橋梁変状外観調査表記載要領

1. 概 要

本調査は、別表-1、2、3、4の計4枚からなるもので、その内容はずぎのとおりである。

第1枚目(別表-1): A. 一般事項

B. 構造概要

C. 交通現況

D. 特記事項

第2枚目(別表-2): 一般図および主要部材断面図

第3枚目(別表-3): E. 変状部分とその種類

F. 変状に関する説明事項

第4枚目(別表-4): G. 変状概略図

2. 調査表記載要領

2-1 別表-1

2-1-1 (A) 一般事項

(1) 橋梁名

橋梁名は道路管理者が保管している橋梁台帳に記載されている名称を記入し、下欄にひらがなで読み方を示す。

(2) 路線名

路線番号を記入する

(3) 所在地

架橋地点の市区町村名まで記入する。架橋地点が2つの行政区域にまたがる場合には、その両方を記入する。

(4) 竣工年月

工事竣工年月を記入する。

(5) 橋下交差

橋下交差の該当するものの番号を○で囲み、()内にその名称を記入する(河川のときは○○川、道路のときは主要地方道○○○○線、

鉄道のときは国鉄○線などと記入)

(6) 線形

該当するものの番号を○で囲む。

(7) 路面位置

該当するものの番号を○で囲む。

(8) 設計示方書および橋の等級

設計に用いた示方書の該当するものの番号を○で囲む。

(9) 橋種型式

該当するものの番号を○で囲む。2種以上の橋種からなる橋梁は、調査の対象とした橋種の番号に○をつけ、5.の欄の()内にその他の橋種型式を記入する(例えばプレートガーダー橋とトラス橋とからなる橋梁で、プレートガーダーの部分のみを調査対象としたときは1.を○で囲むとともに5.の欄の()内に「トラス橋と混合」と記入する)。2種以上の橋種型式からなる橋梁で、指定の橋種型式の2種以上について調査するときは、調査表は橋種型式ごとに作成するものとする。

(10) 橋長

全橋長を記入する。連数は橋種型式、支間長の異同に関係なく、何連あるかを記入する。長さの数値はメートル単位とし、小数以下2ケタまでを記入する。以下においても、長さの表示はこれに準ずるものとする。

(11) 幅員

歩車道をふくむ総幅員を記入する。歩道を有する橋では()内に歩道幅員を記入する。

(12) 径間割

1つの橋種型式からなる橋梁は、〔連数……〕の欄に支間の異なるごとに(支間×連数)を書いてこれらを()記号で結び、〔型式……〕欄にはその型式を記入する。2種以上の橋種型式からなる橋梁のときは上段には(支間×連数)を、下段にはそれぞれの型式を記入する。

例：単純プレートガーダー、支間長15 mのもの2連

“ 20 m ” 3連

ランガートラス， 支間長 7.0 m のもの 1 連
の場合，

$$\frac{15.00 \times 2 + 20.00 \times 3 + 70.00 \times 1}{\text{単純プレートガダー} \quad \text{ランガートラス}}$$

(9) 補 修

耐荷力に関係のある部位・部材の補修または補強について記入する。
このような補修または補強を行なった場合には 1. を○で囲み，その右
の欄に補修，補強工事の概要を記入する（例えば，「床版コンクリー
ト 40 mm 打替え」，「R C T 耳ゲタを I ビームで補強」など）。

(10) 制 限

「制限荷重」は現に荷重制限を行なっている橋梁についてその制限
値を，「通行制限」は通行制限を行なっている橋梁についてその制限
の内容を記入する。

(11) 資 料

設計々算書，同図面の有無について，該当の番号を○で囲む。

2-1-2 (b) 構造概要

a 舗 装

(1) 種 類

該当のものの番号を○で囲む。これ以外のものの場合（木，土，鋼
など）は，それを記入する。

(2) 厚 さ

舗装厚を記入する。不等厚のときは，（ ）内にその最大，最小値を
記入する。

(3) 勾 配

路面の横断および縦断勾配を記入する。

b 伸縮継手

(1) 材種型式

鋼板，鋼嚮形など，伸縮継手の種類を記入する。

c 床 版

(a) (b) 材種，厚さ

床版の種類と厚さを記入する。

(2) 型 式

床版の設計条件を示す。例えば一方向単純版として設計されたものであれば、1.と3.を○で囲む。

d 支 承

(2) 材種型式

材種は、鋁、鋳鉄、焼青銅、鉄筋コンクリートなど支承の材料を、型式は平面支承、線支承、球面支承、ローラー支承、ロッカー支承などの別を記入する。

e 主ゲタ

f 床ゲタ

g 接ゲタ

h 対傾構

i 横 構

(2), (2), (2), (2), (2) 材種材質

鉄筋コンクリート部材の場合は「R C」と記入、鋼橋の場合 SS-41, SS-50 など、それぞれの部材の材質を記入する。

(2), (2), (2) ケタ本数

主ゲタおよび縦ゲタは橋梁全幅あたりの本数を床ゲタは1スパンあたりの全本数を記入する。多径間の橋梁で径間ごとにこれらの数が異なる場合は、スパンごとの数量を当該欄内に記入する。

(2), (2), (2) ケタ間隔

メートル単位で小数以下2位まで記入する。記入要領はケタ本数の場合に準ずることとする。

j 橋 台

k 橋 脚

(2), (2) 躯体形式

該当のものの番号を○で囲む。

(2), (2) 基礎構造形式

該当のものの番号を○で囲む。2種以上の形式を併用の場合は、そ

れらを示すものの番号のすべてに○をつける。

2-1-3 (d) 交通現況

1 交通量

(例) (a) 12時間, 24時間交通量

最近の12時間および24時間の交通量(軽自動車以下をのぞく)を記入する。観測値がえられない場合には, およその推定値でよい。

m 車種別比率, (a)~(g)

24時間における推定値を記入する。

n 車両重量別比率, (a)~(d)

24時間における推定値を記入する。車両重量は推定によってよい。

2-1-4 (e) 特記事項

橋梁の構造細目, 過去の履歴, 架橋地点の環境条件などに関して、特記事項があれば記入する。例えば, 環境条件については, 「潮風を強く受ける」, 「下を通る蒸気汽関車のパイ煙を受ける」など。

2-2 別表-2

一般図および主要部材断面図

全橋についての平面図, 側面図, 断面図(いずれも概略図でよい)を示し, 幅員, 支間, 橋長など主要寸法を記入する。また, 主ゲタ, 横ゲタ, 床版など主要部材の断面形状と寸法を示す。主ゲタは, スパン中央断面について記すこととする。

2-3 別表-3

2-3-1 (a) 変状部分とその種類

別表-4の表に示してあるような部材または部分について変状の有無を調査し, 変状がある場合にはその種類を示す。変状の種類は同表に示してある変状の種類の中から該当するものを選び, その列と部材名の列との交差したマスの中に○印をかくことによって表示する。変状が同表にかかげた種類の2つ以上に重複する場合はそれぞれ該当する欄に○印を記入する。

2-3-2 (b) 変状に関する説明事項

B項の表では, 変状部分とその種類は表示されるが, 変状の程度(た

例えば、鋼材の腐食の場合、耐荷力にはほとんど影響のない程度のものか、あるいはいちぢるしい断面減少をともなうほどのものか、というような度合)は示されない。F欄では、このような変状の程度とか位置(主ゲタならば、中ゲタ・耳ゲタの別あるいは支点附近・スパン中央部の別、など)、その他Eの表を補足すべき事項を記入し、耐荷力判定の際の参考に資する。

2-4 別表-4

2-4-1 (a) 変状概略図

別表-3に例示したように、全橋について変状を生じている位置と種類を略図で示すとともに、説明を要するものはその要点を附記する。

1, (A) 2. (a) 試 驗 実 施 要 領

試 験 実 施 要 領

この実施要領は、昭和40年度建設省技術研究会・道路部門指定課題「既設橋梁の耐荷力と供用限度について」に対する調査・試験のうち、「試験実施橋梁」に指定された橋梁の試験に適用するものである。

試験の目的は、既設橋梁の耐荷力を求めるのに適当な試験項目・試験方法・測定方法などを確立するための基礎資料を得ると同時に、タワミやヒズミの実際の値と設計々算値との関連についての資料を得ようとするものである。

I 鋼 橋

1. 対象とする型式

40年度において実験の対象とする型式はつぎの2種とする。ただし、試験の対象とする橋梁は1級国道の指定区間内にある橋長20m以上の鋼橋のうち昭和元年から昭和28年の間に架けられた橋梁で、設計々算書および設計図面の保存されている橋梁のなかから選ぶこととする。

(1) 単純プレートガーダー橋

(2) 単純トラス橋

2. 試験の種別と試験項目

試験の種別はA、B、Cの3種とし、おのおのの試験項目は表-1のとおりとする。

A種試験は「試験実施橋梁」に指定された全橋梁について必ず行なうこととし、B種試験は できるだけ、また、C種試験は できれば 行なうこととする。これら3種のうちどれを行なうかは、担当幹事と協議のうえ決定することとする。

表-1 試験の種別と試験項目

種 別	試 験 項 目		
A 種	静的タワミの測定		
B 種	静的タワミの測定	静的ヒズミの測定	
C 種	静的タワミの測定	静的ヒズミの測定	動的タワミの測定

3. 予備計算——耐荷力の算定と試験荷重の決定

3.1 荷重体系および計算法

(1) 荷重体系

現行示方書の TL-20 荷重を用いる。

(2) 許容応力度

計算に用いる許容応力度は、設計時における各材料の許容応力度とする。設計々算書がない場合は、設計当時用いられていた示方書に示されている値を用いる。

(3) 構造計算法

現在もっとも合理的と考えられている方法による。

3.2 報告書に表示すべき耐荷力。

各部材ごとの耐荷力を TL-値 で表示する。その計算手順はつぎのうに行なり。

1) 現行示方書にしたがって各部材および継手の死荷重応力度 σ_d を求める。

2) 現行示方書の TL-20 荷重による各部材および継手の活荷重応力度 σ_{20} を求める。

3) 各部材および継手について $(\sigma_a - \sigma_d)$ の値を求める。ここに、 σ_a は各部材に用いられた材料の設計時における許容応力度である。

4) $P = \frac{\sigma_a - \sigma_d}{\sigma_{20}} \times 20$ より P-値を求める (この P-値はそれぞれの部材の計算耐荷荷重を TL 値で与えるもので、主ゲタ・主構に対しては L、床および床組に対しては T を付して表わす。この計算にあたっては、腐食等による断面減少や耐荷力に影響をおよぼすような部材の変形などがあればこれを考慮すべきであるが、ここでは、設計断面について算定することとする)。

3.3 試験荷重の決定

3.2 の計算につづいてつぎの計算を行なって試験荷重を求める。

5) TL-20 荷重による静的最大タワミ δ_{20} を各部材ごとに求める。

6) $\delta_T = \delta_{20} \times \frac{P}{20} \times 0.5$ より δ_T を求める。

7) 計算上、この δ_T と同等程度のタワミを生ずるような荷重または

荷重群を試験荷重の最小値とする。試験車は20トトラックもしくは15トトラックとし、その所要台数・配置などはこの条件を満足するように決定する。

4. 試験方法

4.1 静的タワミの測定

載荷試験車を静止載荷して、主ゲタ、トラスの主構、床組、床版など主要部材のタワミを測定する。

(1) 試験車：予備構造計算によって推定された耐荷力にもとづく車両群を基本とし、それによって生ずるタワミの50%以上を生ぜしめる大きさとする。

(2) 計測方法：ダイヤルゲージ、レベルなどによることとするが、予想最大タワミの1/20以下を最小読取できる精度を有する方法によらなければならない。

(3) 計測箇所：剛支承上にある部材（主ゲタ、トラスの弦材など）は各部材の支間中央には必ず測点を設けることとし、必要に応じて測点数を増すこととする。（たとえば1/4点など）。

弾性支承上にある部材（床ゲタ、縦ゲタ、床版など）はそれらの相對タワミが得られるよう、少くとも各部材の支承部と支間中央部に測点を設けることとする。

4.2 静的ヒズミの測定

載荷試験車を静止載荷して、主ゲタ、トラスの主構、床組、床版など主要部材のヒズミを測定する。

(1) 試験車：予備構造計算によって推定された耐荷力にもとづく車両群を基本とし、それによって生ずるヒズミの50%以上を生ぜしめる大きさとする。

(2) 計測方法：電気抵抗線歪計または機械的歪計のいずれか、もしくは、両者の併用によることとする。ただし、電気抵抗線歪計は計器自体の温度補償機構をもつものを、また、機械的歪計は 10×10^{-6} のヒズミが読取れる精度のものを用いなければならない。電気抵抗線歪計による場合、ワイヤストレーンゲージはつぎのような寸法、規格

のものをいえることが望ましい。

銅材用：抵抗値 120Ω ，ゲージ長 $10 \sim 20$ mm のポリエステルベ
ースのゲージ

コンクリート用：抵抗値 120Ω ，ゲージ長 $60 \sim 80$ mm のポリエステルベ
ースのゲージ

- (3) 計測箇所：測点の配置にあたっては、測定の結果から部材に作用する断面力ならびに断面応力分布を逆算しうるように考慮する。さらに多主ゲタ形式などの構造においては、その荷重分配の程度が得られるように測点を配置することとする。

コンクリート床版は、主鉄筋のヒズミを測定することとし、できればコンクリートのヒズミをも測定することとする。

測定は、主ゲタ、トラスの主構、床組、床版その他を対象とするが構造計算によって安全であることが明らかとなった2次部材（横構など）は測定の対象としなくてもよい。

測点のとり方の一例を図-1に示す。

4.3 動的タワミの測定

載荷試験車を走行させて橋体の動的タワミを記録するとともに、試験車の走行時に橋体が振動する際、構造各部に異状がないかどうかを観察する。

- (1) 試験車：静的タワミおよび静的ヒズミの測定に用いた車両ないしは車両群を用いる。車両群による場合は、橋梁の支間、幅員あるいは現地の状況などに応じて並列走行あるいは縦列走行などを行なう。
- (2) 計測方法：田辺式撓度計またはこれに準ずるものによることとする。
- (3) 計測箇所：原則として主ゲタまたはトラス下弦材の支間中央点とする。

5. 試験結果の整理

5.1 静的タワミ

試験に用いたと同じ荷重状態について各測点位置におけるタワミを計算し、それぞれの実測値と比較して示す。この場合、計算はつぎの2とありについて行なうこととする。

(1) 通常の設計法による計算。

(2) (1)において無視した部材ならびに断面の影響（非合成ゲタ橋におけるコンクリート床版，下路橋におけるコンクリート床版，などの影響）を考慮に入れた計算。

なお，いづれについても用いた計算法，仮定条件などを明示することとする。

5.2 静的ヒズミ

試験に用いたと同じ荷重状態について各測点位置におけるヒズミを計算し，それぞれの実測値と比較して示す。計算は5.1に準じて行なうこととする。

5.3 動的タワミ

記録紙を解析して，つぎの諸項を求める。

(1) 静的タワミと動的タワミとの比

(2) 固有振動周期

(3) 対数減衰率

(2)，(3)については理論計算を行なって実測値と比較する。この場合の計算は5.1に準じて行なうこととする。

II 鉄筋コンクリート橋

1. 対象とする型式

今年度において実験の対象とする型式はつぎの2種とする。ただし，試験の対象とする橋梁は1級国道の指定区間内にある橋長20m以上の鉄筋コンクリートのうち，昭和元年から昭和28年の間に架けられた橋梁で，設計々算書および設計図面の保存されている橋梁の中から選ぶこととする。

(1) 鉄筋コンクリート床版橋

(2) 鉄筋コンクリート・単純・Tゲタ橋

2. 試験の種別と試験項目

鋼橋の場合と同じとする。（I-2参照）

3. 予備計算——耐荷力の算定と試験荷重の決定

I-3によることとする。

4. 試験方法

4.1 静的タワミの測定

載荷試験車を静止載荷して、主ゲタ、横ゲタ、床版など主要部材のタワミを測定する。

- (1) 試験車：鋼橋の場合と同じとする（Ⅰ-4.1-(1)）。
- (2) 計測方法：鋼橋の場合と同じとする（Ⅰ-4.1-(2)）。
- (3) 計測箇所：主ゲタは、支間中央には必ず測点を設けることとし、必要に応じて測点数を増すこととする（たとえば1/4点など）。

横ゲタ、床版など弾性支承上にある部材はそれらの相対タワミが得られるよう、少くとも部材の支承部と支間中央部に測点を設けることとする。

4.2 静的ヒズミの測定

載荷試験車を静止載荷して、主ゲタ、横ゲタ、床版など主要部材のヒズミを測定する。

- (1) 試験車：鋼橋の場合と同じとする（Ⅰ-4.2-(1)）
- (2) 計測方法：鋼橋の場合（Ⅰ-4.2-(2)）と同じとする。ただし、電気抵抗線歪計による場合、ワイヤストレーンゲージはつぎのような寸法・規格のものを用いることが望ましい。

鉄筋用：抵抗値 120Ω ，ゲージ長 $10\sim20mm$ の薄和紙ベースのゲージ

コンクリート用：抵抗値 120Ω ，ゲージ長 $60\sim80mm$ のポリエステルベースのゲージ

また、機械的歪計のうち、コンタクト・タイプ、ストレーンゲージを用いる場合、コンクリートに対しては標点となるボールをコンクリート面に直接打込まずに、あらかじめ $3\times3cm$ 程度の銅版片にボールを打込んだものを、接着剤によりコンクリート面の所定位置に貼付して取りつけることとする。

- (3) 計測箇所：主ゲタ、横ゲタ、床版など主要部材の、主鉄筋のヒズミを測定することとする。測定箇所はゲージを貼付するのに必要な面積だけかぶりコンクリートをはつって鉄筋を露出させる。

鉄筋のヒズミ測定と同時に、できればコンクリートのヒズミをも測定することが望ましい。

測点のとり方の一例を図-1に示す。

4.3 動的タワミの測定

鋼橋の場合と同じとする。ただし、測定箇所は主ゲタ（スラブ橋の場合はスラブ）の支間中央点とすることを原則とする。

5. 補助試験

コンクリート部材におけるタワミまたはヒズミの実測値を計算値と比較する際に必要なコンクリートの弾性係数を明らかにするため、ケタおよび床版からおのおの3～4個のコアを採取して試験を行なうことが望ましい。ただし、コアを採取する場合、コアの大きさは $\phi 10 \times 20$ cm程度とし、採取位置は応力に余裕のある箇所（ケタについては横ゲタの端部、床版については地覆部）で、かつ主鉄筋を切断しないような部分とする。コアを採取した跡は、コンクリート（またはモルタル）を充填してふさいでおくこととする。採取したコアについてはつぎの試験を行なうこととする。

- (1) 動弾性係数の測定
- (2) 静弾性係数の測定
- (3) 圧縮強さ試験

6. 試験結果の整理

6.1 静的タワミ

試験に用いたと同じ荷重状態について各測点位置におけるタワミを計算し、それぞれの実測値と比較して示す。この場合、計算はつぎの2とおりについて行なうこととする。

- (1) 通常の設計法による計算
- (2) (1)において無視した部材ならびに断面の影響（引張側コンクリート断面、床版の合成作用、などの影響）を考慮に入れた計算。

いづれについても用いた計算法、仮定条件などを明示することとする。なおタワミの計算においてコンクリートの弾性係数はコアによる実測値を用いることとするが、コアによる試験を行なわなかった場合には妥当と思われる値を仮定して用い、その値を明記することとする。

6.2 静的ヒズミ

試験に用いたと同じ荷重状態について各測点位置における鉄筋およびコンクリートのヒズミを計算し、実測値と比較して示す（コンクリートについて測定しなかった場合には、計算値と比較できるのは鉄筋のヒズミのみ）。計算は6.1に準じて行なうこととする。

6.3 動的タワミ

記録紙を解析して、つぎの諸項を求める。

- (1) 静的タワミと動的タワミとの比
- (2) 固有振動周期
- (3) 対数減衰率

(2)、(3)については理論計算を行なって実測値と比較する。計算は6.1に準じて行なうこととする。

図 - 1. ヒズミ測点の配置列 (・ 測定位置 ▽ ゲージ位置)		
	簡 易 試 験	精 密 試 験
主 ゲ タ (鋼)		
主 ゲ タ (R.C.)		
ト ラ ス の 主 構		
床 ゲ タ		
縦 ゲ タ		
コ ン ク リ ー ト 床 版		

1, (A) 2. (b). 試験実施要領解説

試験実施要領解説

1. 鋼 橋

(1) 試験の種別と試験項目

試験の種別と試験項目は「実施要領 1.2.表-1」に示すとおりである。
ここで、今回の試験で静的タワミの測定を第一にとり上げたのは、つぎの意図によるものである。

- 1) ヒズミの測定や動的試験にくらべて試験が簡単であり、所要経費も少ない。
- 2) タワミは構造物全体としての性状を表わすものであり、それによってその機能の目安をうることができると考えられる。すなわちタワミが異常に大きい場合（計算値に対する実測値の割合の一般的な値に対して）には、老朽度が大きいことを示唆するものと考えることができる。
- 3) 今回の試験結果の集積より、各橋種型式ごとのタワミの傾向（計算値に対する実測値の割合）を求めて、今後の耐荷力試験のための基礎資料とする。

今回の試験は、簡単かつ経済的な耐荷力試験の方法を見出すことを前提とするものであり、この点で、測定準備・測定作業が簡単でかつ高価な計器を必要としない静的タワミの測定を行ない、多数の結果の集計から共通的な傾向の誘導を試みることは当を得ているものと考えられることから、静的タワミの測定を第一にとりあげて、試験実施橋梁に指定された全橋梁について必ず行なうこととしたものである。

試験項目の第二には静的ヒズミの測定をかけた、必ず実施する「静的タワミの測定」とともに、できるだけこれを行なうこととした（B種試験）。耐荷力判定のための基礎資料をうるといふ今回の目的に対しては、静的ヒズミの測定は個々の部材のヒズミ値とその分布状況を直接知ることができ、それによって個々の部材の断面力、断面応力分布、荷重分配の程度などを知ることができるという点で、重要な項目ではあるが、これを行なうためにはかなりの時間と労力を要し、かつ高価な計測器を要するなど、時間的

・経済的負担を要することになることから、強制をさせてできるだけ行なうこととしたものである。

B種試験の項目にさらに「動的タワミの測定」を加えたものをC種試験とした。「動的タワミの測定」は「静的タワミの測定」に用いる試験車をそのまま利用できるので、B種にこの項目を追加してもさして時間的・経済的負担を増すことにはならないと考えられるが、今回の対象とされている橋種型式のなかで、とくに動的な性状が問題となるような橋梁はかぎられた数にとどまるであろうこと、また、B種に追加してこれを行なうためには、さらに余計な計器と解析のための労力を要し、とくに試験中にはB種を行なう以上にきびしい交通規制を要することが予想されるなどから、この項目については、実施率をB種よりさらに緩和して、できれば行なうこととした。

(2) 予備計算

載荷試験の実施にさきだって構造計算を行ない、各部材の計算上の耐荷力を求め、さらにそれにもとづく試験荷重を定める。決定された荷重状態のもとでの各ヒズミ測点およびタワミ測点におけるヒズミおよびタワミをあらかじめ求めておくのがよい。

計算上の耐荷力はI-3.2に示すようなP-値であらわすこととした。このP-値は、現行の1等橋の荷重TL-20の荷重体系との比較において各部材の耐荷力を表わそうとするもので、たとえば縦ゲタについてT-10なる結果が得られたとすれば、この縦ゲタは10トトラックの前後に純間隔7mで $10 \times \frac{3}{4} = 7.5$ トのトラックが列をなすような荷重状態において部材応力が許容応力に達することを意味する。

P-値の算出にあたっての応力計算は、できるだけ「現在もっとも合理的と考えられている計算法」によって行なうこととしたが、どの計算法を採用するかは、責任技術者の判断によることとする。

その一例を示すと、

〔例〕非合成単納ゲタの場合の荷重分配

(1) 死荷重応力：各ゲタの死荷重分担は、

$$w_a = \frac{w_a}{n}$$

w_d : 全死荷重

n : 主ゲタ本数

(2) 活荷重応力 : 格子ゲタとして計算する。

(3) 試験方法

(3.1) 静的タワミの測定

(a) 試験車

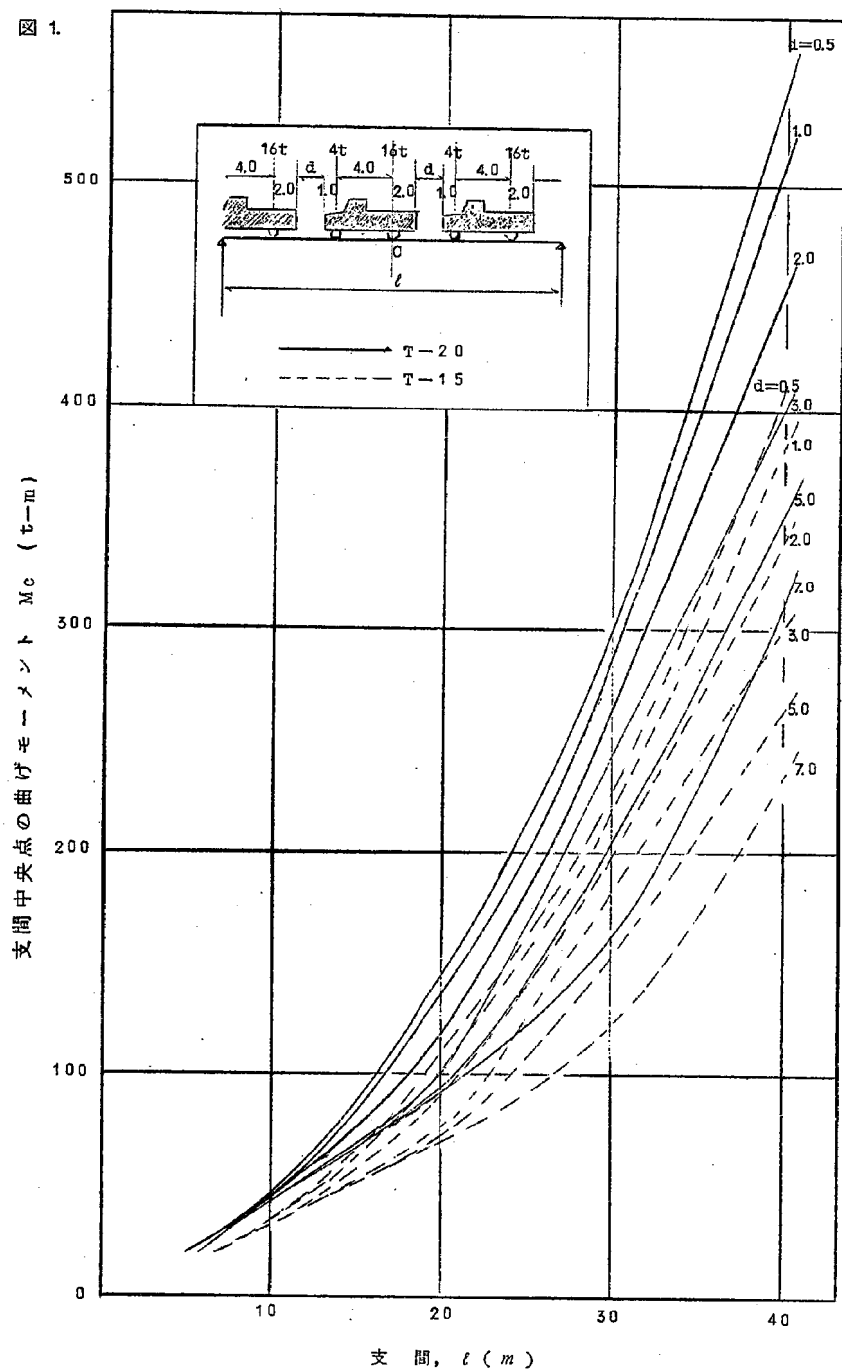
試験荷重の最小値をタワミの大きさからきめるようにしたのは、安全な範囲内でできるだけ大きなタワミを生じさせて、ほど常用荷重あるいはそれを超える載荷状態において構造各部の状態に異状ないかどうかを調査することを目的とすると同時に、タワミの測定誤差を小さくしようとするものである。

試験荷重は、予備構造計算によって推定された耐力力にもとづく車両群を基本とし、それによって生ずるタワミの50%以上を生ぜしめる大きさとするが、ここにいう「タワミ」とは、構造計算によって得られる計算タワミのことである（従って、例えば非合成プレートガーダー橋でスラブの合成作用を無視して計算したときの許容最大タワミ——部材応力が許容応力度を超えない範囲で生ぜしめる最大タワミ——が50mmであったとすれば、少くとも、計算上25mmのタワミが生ずるだけの荷重を用いるのである。勿論、この荷重による実タワミは、スラブの合成作用の影響により一般に計算値より小さなタワミとなる）。

つぎに、試験車は総重量20tの2軸のトラック（T-20）を標準とし、床版の推定耐力力がこれを下廻るときは、総重量15tの2軸トラック（T-15）を用いることとする。T-20またはT-15の配列を決定するには、まず対象とする部材の活荷重に対する抵抗曲げモーメント（トラス部材では軸力）を求め、それに応ずる荷重列を求めて、その荷重状態での最大タワミ（便宜上支間中央点のタワミとする） δ_{max} を求める。つぎに、上記のようにして求められた荷重列に対して、車間距離を調整してその部材の支間中央点での最大タワミが上記 δ_{max} の $\frac{1}{2}$ 以上となるような荷重列を求めればよい。荷重列の決定にあたってはあらかじめ使用する試験

車の軸距を測っておき、各種の車間距離 d に応ずる支間中央点の曲げモーメント M_c を求めておく と 便利である（図-1 は軸距 $4m$ の2軸トラック列による一車線当りの M_c を示す。ただしこの場合、便宜上支間中央点には必ず1後輪軸をのせることとした）。

図 1.



以上は、主として主ゲタに対する荷重の求め方を述べたが、横ゲタ、床ゲタ、床版などに対する荷重をきめるにも、それぞれの部材の支間中央において、活荷重に対する抵抗モーメントに応ずる荷重を求め、それによる最大タワミの $1/2$ 以上を生ぜしめる荷重として求めればよい。床版には原則として $T-20$ か $T-15$ を載荷するものとする。

(b) 計測方法

予想最大タワミとは、(a)において決定された載荷状態について、構造計算を行なって求められる「計算上の最大タワミ」のことである。このタワミの $1/20$ 以下のタワミまで読み取ることのできる計測方法によることとしたのは、測定精度を統一する目的によるものである。ダイヤルゲージを用いるときは容易にこの精度は得られるが、架橋地点の状況などによりダイヤルゲージの取り付けが困難な場合にはレベルによる測定を行なってもよいこととした。レベルによるときは、1mm目盛の標尺を被測定部材の測点にとりつけて用いるとよい。

(c) 計測箇所

支間中央点のタワミは必ず測定する。縦ゲタ、床ゲタ、床版など、その支承部もタワミを生ずる部材は支間中央点と支点のタワミを測定して相対タワミを求める。

(3.2) 静的ヒズミの測定

(a) 試験車

主要部材のおのおのに対して、静的タワミの測定に用いたと同じ載荷による。

(b) 計測方法

電気抵抗線歪計または機械的歪計の何れかか、もしくは両者の併用による。今回の試験に用いる電気抵抗線歪計の性能と精度ならびに機械的歪計の精度を、「実施要領」Ⅰ-4.2-1(2)、Ⅱ-4.2-1(2)のようにきめたのは、測定精度を高めかつ測定条件を統一するためである。

ワイヤストレーンゲージについて推奨する規格寸法をかかげたのは、測定条件をできるだけ統一したいとの意図によるものである。

(c) 計測箇所（「実施要領」にのべたとおり）

(3.3) 動的タワミの測定

この試験は、単に動的タワミの測定を行なうだけでなく、車両走行時の橋全体の挙動を観察によって調査するものである。

(a) 試験車

$\approx$

•

ii) 測定部材、測点位置、測定方法(表2)

表-2

測点番号	部 材	測 点 位 置	測定方法	備 考
1	主グタ I	$l/2$ 点($l = m$)	ダイヤルゲージ	載荷-1
2	" III	$l/2$ 点(")	"	"
3	横グタ (2)	$l/2$ 点($l = m$)	"	載荷-2
4	床 版	II~III(0)~(1)の 中心点	"	載荷-3
5	⋮	⋮		
⋮	⋮	⋮		

iii) 試験荷重

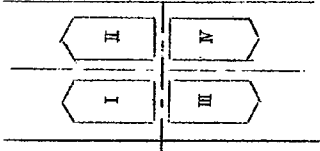
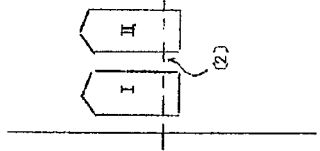
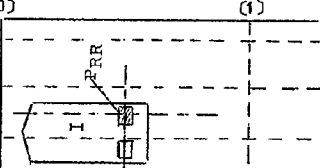
a) 車両諸元(表-3)

表-3

諸 元 \ 車 両		車両-I	車両-II	車両-III	車両-IV
1. 型 式		日野BH-17-62			
2. 軸 距(φ)		4,800			
3. 車輪間隔(φ)	前 軸	1,860	⋮		
	後 軸	1,770	⋮		
4. 重量 (kg)	前輪	左(P_{FL})	2,720	⋮	
		右(P_{FR})	2,700		
	後輪	左(P_{RL})	5,750		
		右(P_{RR})	5,390		
	総 重 量		16,560		
5. 備 考					

b)配置(表-4)

表-4

測定対象部材	載荷位置	載荷状態	略 図
主ゲタⅠ,Ⅲ	支 間 中 央	1	
横ゲタ (2)	床ゲタ (2) 上後車軸	2	
床 版	Ⅱ~Ⅲ~(0)~(1) の中心 点に車両ⅠのP _{RR}	3	

iv) 測定結果および計算結果(表-5)

表-5

測点 番号	部材および 測 点 位 置	載荷 状態	① 実測値 (mm)	計 算 値 (mm)		比 率		備考 ※※
				②計算-1※	③計算-2※	④(①/②)	⑤(①/③)	
1	主ゲタⅠ, $l/2$	1						
2	主ゲタⅢ, $l/2$	1						
3	横ゲタ, $l/2$	2						
...	...	...						

※ 計算-1: 通常の設計法による計算

計算-2: 通常の設計法においては無視される部材や断面の影響を考慮に入れた計算

※※ 計算-1および計算-2の計算法・仮定条件等の要点を略述する。

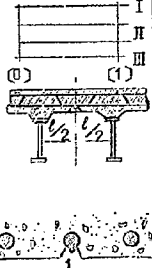
(例) 計算-1: 非合成ゲタの計算, 床版無視

計算-2: 合成ゲタの計算 Guyon-Massonnet の荷重分配を用う。

(4.2) 筋のヒズミ

1) 測定部材, 測点位置, 測定方法(表-6)

表-6

部 材	測 定 断 面	測点位置および測点番号		測 定 方 法	備 考
		測 点 位 置	測点番号		
① 主ゲタⅠ	1. ($l/2$)		1 1-1-1 2 1-1-2 3 1-1-3 4 1-1-4	ワイヤストレンゲージ " " "	
	2. ($l/4$)		1 1-2-1 2 1-2-2 3 1-2-3 4 1-2-4	" " " "	
	1. ($l/2$)		1 2-1-1 2 2-1-2 3 2-1-3 4 2-1-4	" " " "	
	2. ($l/4$)		1 2-2-1 2 2-2-2 3 2-2-3 4 2-2-4	" " " "	
③ 横ゲタ ①					
④ 横ゲタ ②					
⑤ 床 版	1. ($l/2$)		1 5-1-1	ワイヤストレンゲージ	
	2. (0)				

ii) 試験荷重

(4.1)~iii)のように表で示す。(同じ場合は、「静的タワミの場合に同じ」と記す)

iii) 測定結果および計算結果(表-7) 表-7

部材および 測点位置	試験 状態	測点 番 号	実測ヒズミ ($\times 10^{-6}$)		計算ヒズミ ($\times 10^{-6}$)		比 率		備考
			①平均	②計算-1*	③計算-2*	④(①/②)	⑤(①/③)		
主ゲタⅠ, $l/2$ $l/4$	1	1-1-1	112	} ~~×××~~ 115					
		1-1-2	118						
		1-1-3	204	} 201					
		1-1-4	198						
		⋮	⋮	} …					
		1-2-1	⋮						
		1-2-2	⋮	} …					
		1-2-3	⋮						
		1-2-4	⋮	} …					
		⋮	⋮						
主ゲタⅢ, $l/2$	1	2-1-1	⋮						
		2-1-2	⋮						
		⋮	⋮						

* 計算-1 : 通常の設計法による計算

計算-2 : 通常の設計法においては無視される部材や断面の影響を考慮に入れた計算

** 計算-1および計算-2の計算法・仮定条件等の要点を略述する。

*** 対称位置にある測点については、平均値をもって計算値と対比する。

(4.3) 動的タワミ

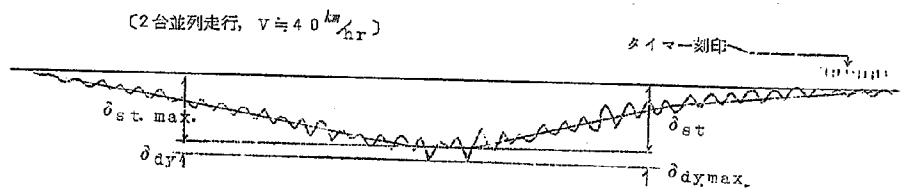
i) 実測結果の解析

つぎのようにして、実測結果(記録紙)の解析を行う。

a) 静的タワミと動的タワミとの比

ここにいう「静的タワミ」および「動的タワミ」とは、それぞれ図2における

δ_{st} および δ_{dy} をさす。



- $\delta_{st.max}$: 静的タワミ状態の最大タワミ
- δ_{dy} : そのときの動的タワミ振幅
- $\delta_{dy.max}$: 動的タワミ振幅の最大値
- δ_{st} : そのときの静的タワミ

図 - 2

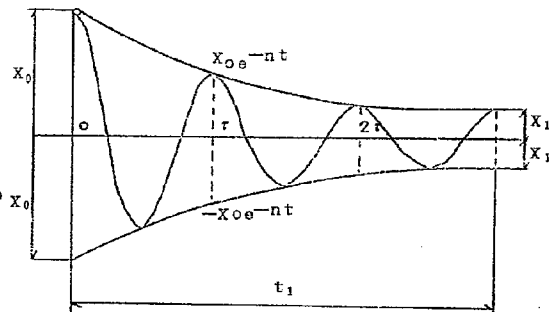
δ_{st} , δ_{dy} は、1本の動タワミ曲線上において刻々変化するが、ここでは、
 $\delta_{dy}/\delta_{st \cdot \max} = i$ を求めて、便宜上これを衝撃係数と考えることとし、この値を総括表に記すこととする。

(v) 固有振動周期

記録紙に現われた動的波形のある区間内の数と、その区間をあらわす時間（タイマー刻印より読みとる）とから、直ちに求まる。

(c) 対数減衰率

図3のようにある区間（ t_1 秒間）の振動波を取り出し、その最初の振幅 X_0 と t_1 秒後の振幅 X_1 とを読みとれば、



$e^{-nt} = \frac{X_1}{X_0} \cos 2\pi \frac{1}{\tau} t_1$ より n 値が得られ、対数減衰率 μ は、 $\mu = n\tau$ として求まる。

ここで、 τ : 固有振動周期 ((b)より)

対数減衰率は1つの曲線中において漸次変化するものであるから、変化率の最大と最小の部分についてこれを計算し、その2者の範囲内の値として表示することとする。

(例) $\mu = 0.065 \sim 0.275$

ii) 理論計算

(b)の固有振動周期を、Rayleigh法によって計算する。

$$\tau = \frac{2l^2}{\pi} \sqrt{\frac{m}{EI}}$$

ここに、 τ : 固有振動周期

l : スパン

$$m = \frac{wd}{g}$$

wd : 単位長当りの死荷重

g : 重力加速度 $= 980 \text{ cm/sec}^2$

EI : 曲げ剛性

注) I の値は一般に橋軸方向に関して変化するが、この場合はスパン全長についての平均の I を用いることとする。平均の I 値を求めるのには、例えばスパンを n 等分して各等分点の断面における I を求め、シンプソン公式によりそれらの平均値を算出するなどすればよい。

Ⅲ) 実測結果および計算結果の総括

つぎのように表にまとめる。(表-8)

表-8 測定部材および位置: _____

走 行 速 度 (km/hr)	試 験 車	記 録 紙 より 得 ら れ た 値							⑧ 理論計 算の τ	備 考
		① $\delta_{st} \cdot \max$	② δ_{dy}	③ $\delta_{dy} \cdot \max$	④ δ_{st}	⑤ $\frac{②}{①} = I$	⑥ τ (sec)	⑦ μ		
20	I	0.56	0.11	0.17	0.54	0.196	0.371	0.065 ~0.275	0.364	
40										
60										

2. 鉄筋コンクリート橋

(1) 試験の種類と試験項目、(2)予備計算、(3)試験方法、(4)試験結果の整理については鋼橋の場合に準ずる。

(5) 補 助 試 験

タワミまたはヒズミの実測値と計算値を比較するさいにコンクリートの弾性係数を知る必要がある。既設橋梁のコンクリートの弾性係数は通常次の方法で求める。

- (イ) コアーを採取して試験して求める。
- (ロ) 超音波伝播速度を測定して求める。
- (ハ) コンクリートの品質 (σ_{28}) から推定する。

これらのうちでコアーを採取して求めるのが最も確かである。コアーの直径は骨材最大寸法の4倍以上であることが望ましく、通常10cm ($\phi 10\text{cm} \times 20\text{cm}$) としている。事情

の許す限り直径 10 cm か 15 cm にされたい。コアの高さは直径の 2 倍程度にする。コアの採取位置は出来るだけ支障のない個所にする。コアの数は採取位置の状況で決ってくると予想されるが、同一品質のコンクリートから 2~4 個採取する。

コアを採取出来ない場合には上記の(ロ)または(ハ)によるが、(ロ)の場合には超音波速度測定器を使用しなければならないし、求められる弾性係数は動弾係数であって、コンクリート部材の変形計算にはそのまま用いることは出来ないにしても、長期材令のコンクリートであるから、この方法で求めた動弾性係数の 0.9 倍位の値を用いてよい。

(ハ)の場合には、諸文献にあるコンクリート強度と弾性係数との関係を参考にして推定する。

I, (B) 載荷試験実施要領（案）

昭和41年2月

土木研究所橋梁研究室

1. 試験の対象

1.1 対象とする橋梁

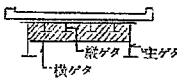
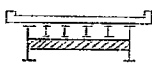
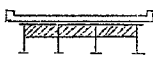
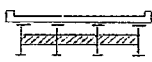
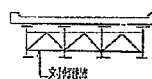
元1級国道の指定区間内にある単純プレートガーダー橋のうち、昭和元年から昭和28年までの間に竣功したもので、かつ橋長20m以上のものより選定する。

構造計算を行なううえで、設計図の保管されている橋梁を対象とするのがよいが、あらかじめ寸法調査を行なって、構造計算に必要な程度の図面を復元することができれば、現在図面の保管されていない橋梁をも対象とすることができる。

1.2 対象とする形式

41年度は単純プレートガーダー橋のみを対象とする。これを、床組形式により表-1のように分類する。

表-1 プレートガーダー橋の分類

A 縦ゲタのあるもの	A-1. 床版が横ゲタ上にのっているもの	A-2. 床版が横ゲタ上にのっていないもの	
			
B 縦ゲタのないもの	B-1. 床版が横ゲタ上にのっているもの	B-2. 床版が横ゲタ上にのっていないもの	B-3. 主ゲタが対傾橋で結ばれているもの
			

1.3 対象とする部材

実測ならびに構造計算の対象とする部材は、表-2のとおりとする。

表-2 実測ならびに計算の対象とする部材

形式	部材	主ゲタ	縦ゲタ	横ゲタ	床版
A-1, A-2	すべての主ゲタ		両外縦ゲタと、橋軸線に対して対称位置にある1本または2本の内側縦ゲタ	少なくとも中間横ゲタ1本 端横ゲタ1本	RC床版の引張主鉄筋 (実測は少なくとも2ヶ所)

B-1, B-2	すべての主ゲタ		少なくとも 中間横ゲタ1本 端 横ゲタ1本	RC床版の引張主鉄筋 (実測は少なくとも2 カ所)
B-3	すべての主ゲタ		少なくとも 中間対傾筋1カ所 端対傾筋1カ所	RC床版の引張主鉄筋 (実測は少なくとも2 カ所)

2. 測 定 項 目

つきの2項目とする。

(1) 静的ヒズミ

荷重車を静的に載荷して、各部材のヒズミを測定する。

(2) 静的タワミ

荷重車を静的に載荷して、各部材のタワミを測定する。

3. 計 測 方 法

計測は表-3に示す方法によることとする。

表-3 計 測 方 法

測定項目	計 測 方 法	摘 要
(1) 静的ヒズミ	電気抵抗線歪計	計器自体の温度補償機構をそなえたもの。
(2) 静的タワミ	ダイヤルゲージ *	精度 $1/100\text{mm}$ 以上

*足場条件等の都合でダイヤルゲージの設置が困難なときは、レベルに
よることができる。

4. 測 点 位 置

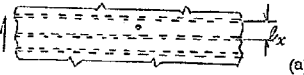
最少限測定すべき測定断面を表-4に示す。また、とくにヒズミについては、各断面において少なくとも測定すべき測点位置を表-5に示す。

表-4 少なくとも測定すべき断面

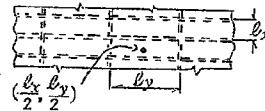
部材	測定項目	静的ヒズミ	静的タワミ
主ゲタ	$\frac{l_a}{2}$ 断面 (l_a : 主ゲタのスパン)		$\frac{l_a}{2}$ 断面
縦ゲタ	$\frac{l_L}{2}$ 断面 (l_L : 縦ゲタのスパン)		$\frac{l_L}{2}$ 断面およびその両支点位置
横ゲタ 対傾構	$\frac{l_F}{2}$ 断面 (l_F : 横ゲタまたは対傾構のスパン)		$\frac{l_F}{2}$ 断面およびその両支点位置
床版の主鉄筋	$(\frac{l_x}{2}, \frac{l_y}{2})$ 点 *		

*縦ゲタまたは主ゲタのみに支持されている床版(a)では、それら支持部材間の中点、四辺支持の床版(b)では、4一支持部材が形成する短形の中央点。

主鉄筋方向



(a)



(b)

表-5 ヒズミ測定において、少なくとも測定すべき測点位置 (各断面につき)

部材	静的ヒズミ測点位置	
主ゲタ	上フランジ2点 下フランジ2点 } 計4点	
縦ゲタ	上フランジ2点 下フランジ2点 } 計4点	
横ゲタ 対傾構	上フランジまたは上部材2点 下フランジまたは下部材2点 } 計4点	
RC床版の 主鉄筋	1箇所につき2点	

5. 試験荷重ならびに載荷位置

5.1 試験荷重

2軸・4輪のトラック(1台)または同一総重量のトラック群を用いる。トラック1台あたりの総重量により、荷重車の種類はつぎの3種とする。

- ① 1台の総重量が20 tonのトラック群
- ② 1台の総重量が15 tonのトラック群
- ③ 1台の総重量が10 tonのトラック群

①～③のどれを用いるかは、基本耐荷力に応じかつ日常の交通状態より判断して選定する。

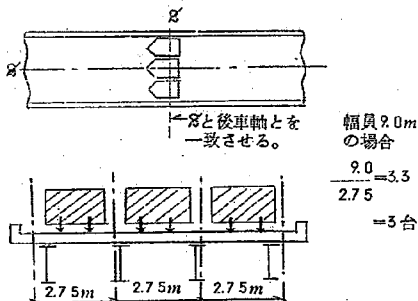
用いる試験車は、あらかじめ車軸間距離、車輪中心間距離、輪荷重(または軸重)の大きさを測定しておかなければならない。報告書には、輪荷重(または軸重)の測定方法を明記し、かつその計量誤差範囲(推定でもよい)を添記することとする。

5.2 載荷位置

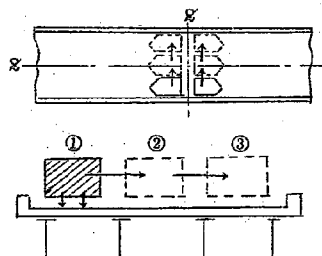
5.2.1 主ゲタの測定に対する載荷

つぎの2種の載荷状態に対して測定する。

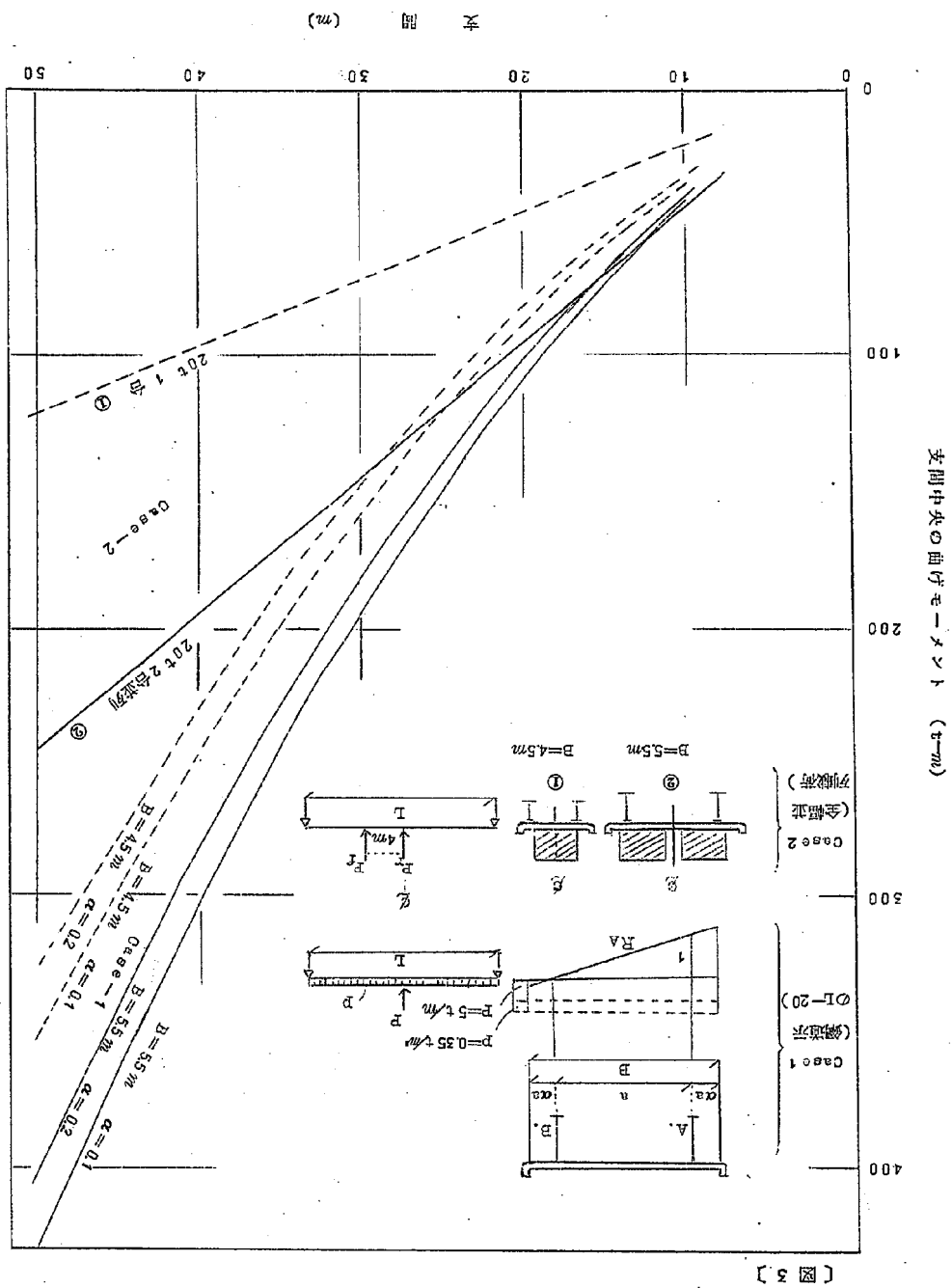
- I 全幅員並列載荷(図-1)
- II 部分載荷(図-2)



〔図-1〕



〔図-2〕



(1) 全幅員並列載荷

図-1に示すように、同一総重量（できるだけそれぞれの車輻の軸重も同一となるよう積荷を調整する）のトラックを、車輻数（1車輻の幅は2.75mとする）に等しい台数だけ並列載荷する。この場合、各車線につき橋軸方向には1台のみとし、また幅員方向には、全体の載荷が橋軸に対称となるよう、かつ、主ゲタの支間中央断面（ $\ell_0/2$ ）と後車軸が一致するように載荷する。

並列載荷するトラックの台数は、車道幅員（ m ）を2.75で割った値の整数値に等しい台数を原則とする。幅員別の基本台数を表-6に示す。

表-6 並列載荷のトラック台数

車道幅員 m	台数 (台)
$B < 5.5$	1
$5.5 \leq B < 8.25$	2
$8.25 \leq B < 11.0$	3
$11.0 \leq B < 13.75$	4
$13.75 \leq B < 16.5$	5

（ B ：車道幅員）

ただし、基本耐荷力あるいは日常の交通状態からみて、車道幅員全幅載荷に、5.1に定める荷重のうち最小荷重である10tトラック群を用いても危険と判断される場合は、載せる台数を表-6の値より1台減じた台数とすることができる。ただし、この場合も幅員方向には橋軸に対して対称載荷としなければならない。

参考までに、現行の鋼道路橋設計示方書に規定されているL-20荷重と、20ton車並列載荷に対する $\ell_0/2$ 点の曲げモーメントを、2本主ゲタの場合について比較したものの1例を図-3に示す。

(2) 部分載荷

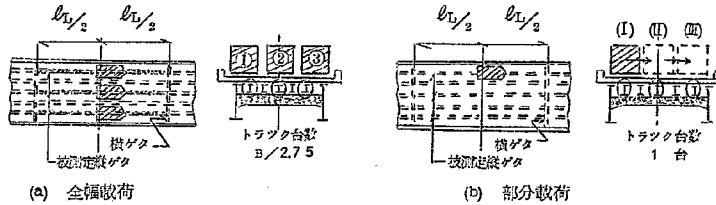
図-2に示すように、幅員方向に順次試験車を移動し、それぞれの載荷のもとに測定する。この場合、試験車は橋軸方向には2台とし、それらの後車軸が向き合って、それらの中心線が $\ell_0/2$ と一致するように配置する。幅員方向には、

- 1) 左側端。 2) 中央。 3) 右側端

の3位置について試験することとする。

5.2.2 縦ゲタの測定に対する載荷

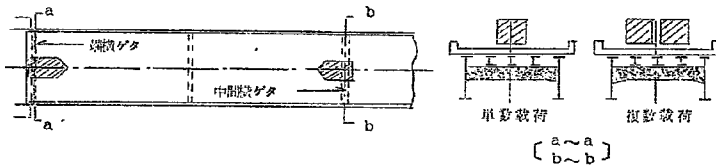
主ゲタの場合と同様に全幅載荷と部分載荷とを行なう。ただし荷重車は1車線につき1台のみとし、後車軸中心線と縦ゲタの $l_L/2$ とが一致するように載荷する(図-4)。



〔図-4〕 縦ゲタへの載荷

5.2.3 横ゲタまたは対傾樑の測定に対する載荷

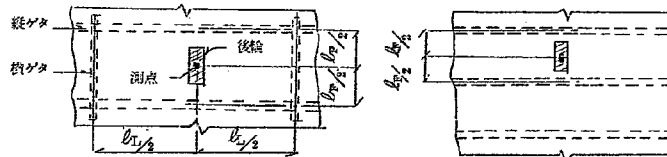
横ゲタ(または対傾樑)上において、荷重車単数(1台)載荷と複数載荷(適宜)とを行なう(図-5)。



〔図-5〕 横ゲタ(対傾樑)への載荷

5.2.4 RC床版の引張主鉄筋の測定に対する載荷

ヒズミ測定点の真上に1後輪が載るように載荷する(図-6)。



〔図-6〕 床版への載荷

6. 計 算

6.1 基本耐荷力の算定

基本耐荷力の算定にあたっては、腐食等による断面減少の影響を考慮に入れなければならないのであるが、腐食等の調査方法がまだ確立されておらず、従って41年度は精密な変状外観調査を行わないので、41年度にかぎり、基本耐荷力は腐食等による断面減少の影響を考慮に入れず、設計断面について算定することとする。

6.1.1 計算の対象

表-7にかける部材について、基本耐荷力を算定する。

表-7 基本耐荷力を算定すべき部材

部 材	計 算 す べ き 部 材	表 示
主 ゲ タ	すべての主ゲタ	L-P
縦 ゲ タ	内側縦ゲタおよび外側縦ゲタ	T-P
横 ゲ タ	中間横ゲタおよび端横ゲタ	
対 傾 構	中間対傾構および端対傾構	
床 版	引張側主鉄筋および圧縮側コンクリート	

6.1.2 基本耐荷力計算式

$$P = 2.0 \times \frac{\sigma_a - \sigma_D}{\sigma_{20}}$$

ここで、 σ_{20} ：鋼道路橋設計示方書（昭和39年6月、日本道路協会）に定める1

等橋の活荷重ならびに衝撃によって生ずる応力度

σ_D ：死荷重応力度

σ_a ：設計時における材料の許容応力度

P：基本耐荷力（主ゲタについてはL-P、床および床組についてはT-Pと表示する）。

(1) 死荷重応力度 σ_D

n 本主ゲタをもつ非合成ゲタ橋におけるゲタ 1 本あたりの死荷重分担 w_d は、つぎにより求める。

$$w_d = \frac{W_d}{n} \quad (W_d : \text{全死荷重})$$

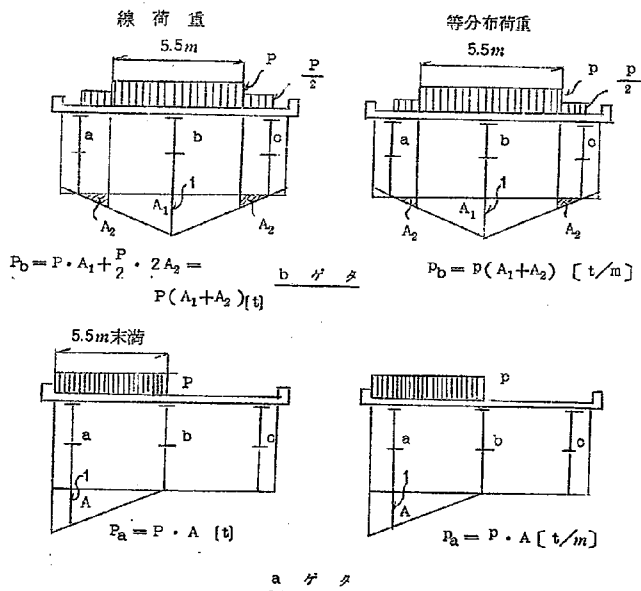
材料の実重量が不明の場合は、鋼道路橋設計方書・6 条表-2 の値を用いることとする。

(2) 活荷重応力度 σ_{20}

1) 主ゲタ

荷重の横分配を板または格子のように考えず、床版が主ゲタ間隔をスパンとする単純ゲタであると仮定して求めた主ゲタ上の反力を荷重として計算する。(図-7)

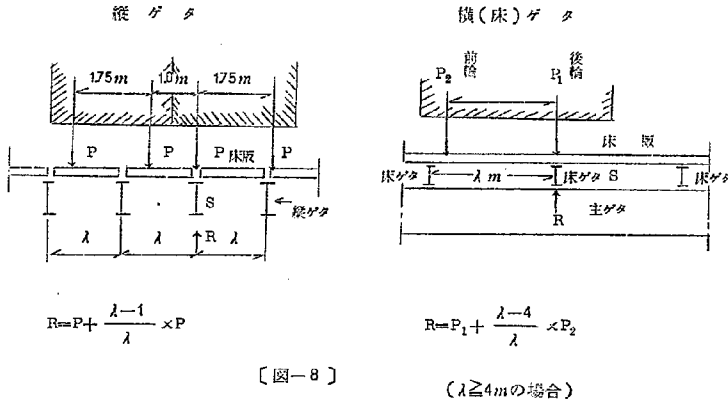
また、主ゲタの曲げ剛性は、非合成ゲタ橋については床版の剛性を無視して計算する。



[図-7]

2) 縦ゲタおよび横ゲタ

床版を単純ゲタと仮定して算出した縦ゲタおよび横ゲタ上の反力を荷重として計算する(図-8)。



3) 床版

鋼道路橋設計示方書 19 条の算式(1 方向版)により曲げモーメントを求め、応力を算定する。ただし 2 方向版に該当するもの($\frac{\ell_y}{\ell_x} > 2$)は、同・21 条による。

床版の設計図書がない場合は、床版は計算の対象からのぞく。

(3) 許容応力度 σ_d

設計に用いられた許容応力度を用いる。

設計図書が保管されておらず、許容応力度が不明のときは、設計時の示方書に示されている値とする。

6.2 試験荷重下における応力度ならびにタワミの算定

6.2.1 応力度

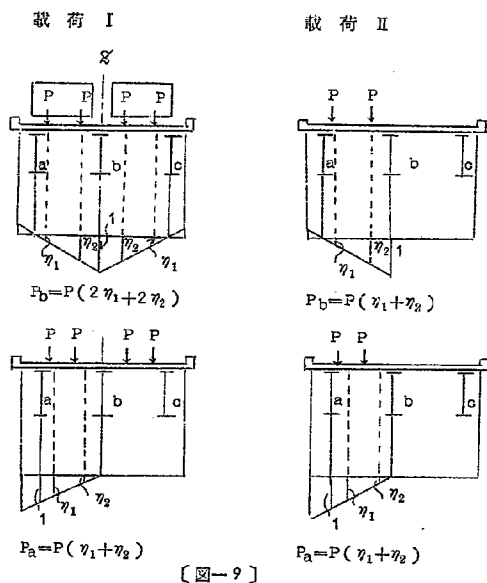
(1) 計算の対象

ヒズミ測定の対象とした部材すべてについて、それぞれの荷重状態のもとで、ヒズミ測定位置における応力度を算定する。

(2) 計 算 法

1) 主 ゲ タ

基本耐荷力算定の場合(6.1.2-(2)-1)) に準ずる(図-9)。



2) 縦ゲタおよび横ゲタ

6.1.2-(2)-2) に準ずる。

3) 床 版

6.1.2-(2)-3) に準ずる。

6.2.2 タ ワ ミ

(1) 計算の対象

タワミ測定の対象とした全部材について、それぞれの荷重状態におけるタワミを計算する。

(2) 計 算 法

荷重分配のとり方は6.2.1-(2)に準ずる。

注目する部材以外の部材の影響（たとえば、非合成ゲタ橋の主ゲタに対するR0床版の共同作用）はすべて無視する。

7. 報告書作成様式

7.1 体 裁

- (1) 用紙は原則としてA-4判とする。ただし図表等でA-3判折込みとするは可。
- (2) 表紙には「橋梁名」、「地建名」、「日付」を明記する。業務をコンサルタント等へ委託した場合は、業者名も表示する。

7.2 内 容

つぎの事項を記載する。

- (1) 一般調査表〔別表-1（I.(A). 1.(a)の別表-1に同じ）〕
 - (2) 概略一般図、主要部材断面図
 - (3) 概略変状調査書〔別表-2（I.(A). 1.(a)の別表-4に同じ）〕
 - (4) 載荷試験
 - 1) 主要部材の骨組図と記号（図示）
 - 2) 測定項目別測点位置（図・表）
 - 3) 測定方法：使用した計測器、ストレンゲージの種類・規格等
 - 4) 荷 重：試験車諸元（輪荷重測定方法と推定誤差範囲の記入もふくめて）、載荷状態一覧図・表
 - 5) 測定結果一覧表
 - 6) その他
- (5) 計 算
- 1) 基本耐荷力
 - 2) 部材別・載荷状態別計算結果一覧表
- (6) 実測結果と計算結果との比較
- 1) ヒズミ
 - 2) タワミ
- (7) そ の 他

注 各項目についての作表の形式等は、40年度実施要領（I.(A) 1.(b)）参照のこと。

付 録 Ⅱ

建設省技術研究会による「既設橋梁の耐荷力と供用限界に関する研究」の概要

目 次

1. 序 言	77
1.1 目 的	77
1.2 研究の目標	77
2. 調査経過	78
2.1 昭和40年度における調査	78
2.2 昭和41年度における調査	80
3. 昭和40年度調査のおもな成果	84
3.1 概 説	84
3.2 橋梁現況	85
3.3 トラス橋の静的タワミおよび静ヒズミ	87
3.4 動的タワミ測定より得られた衝撃の影響	87
4. 昭和41年度調査のおもな成果	89
4.1 概 説	89
4.2 調査対象橋梁と調査の種類	90
4.3 基本耐荷力	90
4.4 単純プレートガーダー橋の静的タワミ	90
4.5 単純プレートガーダー橋の静的ヒズミ	102
5. 昭和40年度および41年度調査結果の総括	109
6. 結 言	111

1. 序 言

1.1 目 的

構造計算または試験により既設橋の耐荷力を決定する方法を定め、これにもとづいて通行制限の方法、供用荷重の推定方法を研究することを目的とする。

1.2 研究の目標

- (1) 架設年代ならびに構造形式と基本耐荷力との関係を明らかにすること。

すなわち各種形式の橋梁について、それぞれ架設年次を異にする多数の実績についての調査結果の集積から、架設年代（または設計荷重）と基本耐荷力との関係、ならびに構造形式と基本耐荷力との関係を見出し、最終的には架設年次と構造形式がわかればそのおおよその基本耐荷力を把握しようとする、これら相関の傾向を求めようとするものである。

- (2) 供用荷重を決定するための標準的な調査方法を研究すること。

すなわち、基本耐荷力から供用荷重を決定するために考慮しなければならない因子として、

交通パターン（車種別構成、交通量、巾員構成）

路面状況（舗装、伸縮断手等）

計算応力と実応力との差異

許容応力度の割増の可能性

今後の供用期待年数

路線の重要度

橋梁の動的挙動

等が考えられる。これらの因子と供用荷重との関係を調査研究し、供用荷重判定の基準を見出そうとするものである。

- (3) 基本耐荷力を求める試験方法を研究すること。

基本耐荷力は計算によって求めるのを原則とするが、設計図書が保管されていない橋梁については、タワミ測定試験等の試験によって基本耐荷力を推定することの可能性について研究し、さらに比較的簡単な載荷試験によって基本耐荷力を推定することが可能であれば、そのための標準試験方法を検討する。

2. 調査経過

2.1 昭和40年度における調査

この課題は昭和40年度に着手し、初年度の業務としてつぎの調査が実施された。

(1) 現況調査

元1級国道の指定区間内にある橋長20m以上の永久橋のうち、昭和元年から昭和28年までの間に架設された橋梁すべてを対象とし、路線別、橋種、形式別に既設橋梁調査表を作成した。調査項目は、橋種形式、架設年次、橋長、巾員、適用示方書、橋格、交通量、荷重制限や通行制限の有無、変状の有無などである。

この調査で報告された橋種・形式別橋梁総数(2種以上の橋種形式からなる混合橋は、橋種・形式ごとに1件として)は626橋であった。

(2) 抽出調査

現況調査の対象とした橋梁のうち、鋼橋にあっては単純プレートガーダー橋および単純トラス橋、鉄筋コンクリート橋にあっては床版橋および単純Tゲタ橋に属する橋梁でかつ設計計算書および設計図が保存されているものの中から各地方建設局管内ごとに少なくとも2橋(それぞれ橋種型式の異なるもの)を選定し、変状外観調査、載荷試験ならびに基本耐力等計算などを実施することとしたが、実際にその対象として選定されたのは上記以外の形式をふくめて、鋼橋14橋、鉄筋コンクリート橋9橋、計23橋であった。これらの橋梁名と主要諸元は表2.1のとおりである。

載荷試験は、その測定項目の種類により、表2.2に示すようにA種、B種、C種の3種とし、それぞれ表2.1中に示すような区分で実施された。載荷試験実施要領の要点を表2.3に示す。

表2.2 載荷試験の種類

種	別	測定項目		
A	種	静的タワミ		
B	種	静的タワミ	静的ヒズミ	
C	種	静的タワミ	静的ヒズミ	動的タワミ

表 2.3 載荷試験実施要領概要 (昭和40年度)

-79-

試 験 項 目	試 験 方 法 等		結 果 の 整 理
	分 類	内 容	
1. 静的 タワミ	(1) 対象部材	主ゲタ, トラス主桁, 床組, 床版	試験に用いた載荷状態について計算値を求めて比較。計算は, つぎの2通りを行なう。 1) 通常の設計法 (慣用計算法) による計算 2) 1)において無視した部材ならびに断面の影響を考慮に入れた計算。
	(2) 試験車	予備計算より推定した, 生じさせうる最大のタワミ (許容最大タワミ) の50%以上のタワミを生ぜしめる車両群。	
	(3) 計測方法	ダイヤルゲージ, レベル (精度は予想最大タワミの1/20以下を最小読取できるもの。	
	(4) 計測箇所	(測点の最少必要箇所を指定)	
2. 静的 ヒズミ	(1) 対象部材	1-(1)に同じ。	1の場合に準ずる。
	(2) 試験車	1-(2)に同じ。	
	(3) 計測方法	電気抵抗線歪計または機械的歪計による測定。ただし, 前者は計器自体の温度補償機構を有するもの, 後者は 10×10^{-6} のヒズミを読取れるもの。	
	(4) 計測箇所	1-(4)に同じ。	
3. 動的 タワミ	(1) 対象部材	橋体全体	つぎの項目を求める。 (1) 動的タワミ曲線におけるタワミの静的部分と動的部分との比 (2) 固有振動周期 (3) 対数減衰率
	(2) 試験車	1, 2に用いたものを利用	
	(3) 計測方法	田辺式撓度計またはこれに準ずるもの。	
	(4) 計測箇所	原則として主ゲタまたはトラス下弦材の文間中央点。	

2.2 昭和41年度における調査

40年度にひきついでに載荷試験を実施した。ただし、対象とする橋種形式は、鋼・単純プレートガーダー橋のみに限定し、また調査項目は静的載荷下におけるタワミおよびヒズミの測定のみとした。これは、40年度における抽出調査の結果、つぎのように結論されたことによるものである。

- (1) 鋼トラス橋については比較のまとまった傾向が得られた。
- (2) 鋼プレートガーダー橋については、40年度に対象とされたのは6橋のみでデータ量が不足であり、まとまった傾向が得られなかった。さらに多数の橋梁について調査する必要がある。
- (3) 鉄筋コンクリート橋は、9橋が対象とされたものの、結果的に傾向をまとめるだけの資料が得られなかった。このことは、鉄筋コンクリート橋に対する試験方法を鋼橋と同様に考えることから問題であり、鉄筋コンクリート橋に対する調査項目とその実施要領細目を確立したうえで、調査を実施すべきであることを反映するものである。
- (4) 40年度において実施した動的試験（動的タワミの測定）の結果からは、直接耐荷力の判定に有用と考えられる事項は見出し得なかった。当面は、静的タワミと静的ヒズミのみに注目すれば充分である。
- (5) 外観変状調査は、やはりその調査方法の細目（たとえば、鋼材の腐食度調査はどのような器具を用いてどのように測定するか、など）を確立したうえでないと、個々の橋梁における調査結果の評価が一般性に乏しいものとなる。

41年度の調査対象となった鋼・単純プレートガーダー橋は、床組形式別に表2.4のように分類した（表2.4は付録I（B）の表-1に同じ）。調査が行なわれたのは17橋で、その橋梁名と主要諸元表2.5に示す。

また、41年度の調査実施要領の要点は、表2.6のとおりである。

表2.6 載荷試験実施要領概要（昭和41年度）

事 項	内 容
1. 測定対象部材	(1) 全主ゲタ, (2) 外側および内側縦ゲタ, (3) 中間および端横ゲタ (4) 鉄筋コンクリート床版の引張主鉄筋
2. 測定項目	(1) 静的タワミ, (2) 静的ヒズミ
3. 計測方法	静的ヒズミ 電気抵抗線電計
	静的タワミ ダイアルゲージ

表-2.1 昭和40年度・抽出調査対象橋梁

橋種	形 式	橋 梁 名	竣工年	路線	所 在 地	担 当 地	試験 種別	対象区間の 支間幅	市 員 (人)	備 考
鋼	曲弦下路ワーレントラス	両 羽 橋	S.11	7	山形県酒田市	東 北	C	6,480	8,160	
	曲弦下路プラットラス	泰 平 橋	S.26	7	新潟市	北 陸	A	6,600	7,500	
	平行弦下路ワーレントラス	柳 瀬 橋	S. 5	17	群馬県高崎市	関 東	C	3,528	7,270	
	曲弦下路ワーレントラス	犬 山 橋	T.14	41	愛知県犬山市～岐阜県各務原市	中 部	C	7,3152	14,154	
	"	米 原 橋	S. 8	8	滋賀県酒田郡	近 畿	A	6,2150	6,500	
	"	霞 橋	S. 3	2	岡山県倉敷市～玉島市	中 国	C	5,3340	6,400	
	連続曲弦下路ワーレントラス	手取川大橋	S. 7	8	石川県能美郡	北 陸	C	4,9800	7,370	
	下路ランガートラス	九 頭 竜 橋	S.25	8	福井市	近 畿	C	5,8100	7,500	
	上路プレートガーダー	朝 里 橋	S. 6	5	北海道小樽郡	北海道	C	2,1930	7,500	
	"	九 年 橋	S. 8	4	岩手県北上市	東 北	B	14,800	5,450	
	"	霞 橋	S. 3	2	岡山県倉敷市～玉島市	中 国	C	17,907	6,400	
	"	千 戈 橋	T.10	55	徳島県小松島市	四 国	B	7,730 4,520	11,100	
	上路ゲルバープレートガーダー	緑 川 橋	S.10	3	熊本県下益城郡	九 州	C	3,4400	7,200	
	連続上路プレートガーダー	管 公 橋	S. 4	2	兵庫県神戸市	近 畿	B	2× 23,317	13,500	
鉄 筋 コン クリ ート 橋	単 純 T ゲ タ	厚 別 橋	S.28	36	北海道札幌市	北海道	A	10,500	7,500	
	"	浜 川 橋	S.24	6	福島県勿来市	東 北	A	11,600	7,500	
	"	神 川 橋	S.26	18	長野県上田市	関 東	C	14,000	7,500	
	"	瀬 渡 橋	S. 9	18	新潟県高田市	北 陸	B	11,100	5,500	
	"	竜 田 橋	S.26	25	奈良県生駒郡	近 畿	C	11,700	6,000	
	"	枚 方 小 橋	S.27	1	枚方市	"	B	18,357	8,800	
	ラ ー メ ン 単 純 T ゲ タ	明石跨線橋	S. 6	2	兵庫県明石市	"	C	6,300 5,950	6,000	
	単 純 T ゲ タ	香 東 橋	S. 7	11	高松市	四 国	A	11,700	7,600	
	床 版 橋	小 筒 井 橋	S.10	10	大分市	九 州	A	14,000	8,000	

表 2.5 載荷試験実施橋梁(昭和41年度)

番号	担当 地蔵名	橋 梁 名	床組 形式	竣工年	路線	所 在 地	車道巾員 (m)	対象区間の 支間 (m)	主ゲタ数 (本)	断 面 略 図
1	北海道 開発局	江 別 大 橋 えべつおおはし	A-2	S.3-	12	北海道空知郡 江別市	7,500	22,000	2	
2	東 北	秋 田 大 橋 あきたおおはし	A-2	S.9-11	7	秋田県秋田郡	7,500	19,500	2	
3	"	名 取 橋 なとり	A-2	S.7-3	4	仙台市	7,500	21,200	2	
4	北 陸	高 岡 大 橋 たかおかおおはし	A-2	S.12-3	8	富山県高岡市	7,500	19,500	2	
5	"	御 館 橋 おやかた	A-1	S.29-3	18	新潟県直江津市	9,000	24,500	2	
6	関 東	利 根 川 橋 とねがわ	B-3	S.27-3	4	埼玉県北葛飾郡 茨城県古河市	7,300	28,000	4	
7	"	高 橋 たか	B-3	S.30-9	6	茨城県東茨城郡茨城町	7,500	19,100	5	
8	中 部	祥 雲 橋 しやううん	A-2	S.6-7	1	愛知県海部郡弥富町	14,000	26,000	3	
9	"	霞 橋 かすみ	B-1	S.6-7	1	愛知県海部郡弥富町	11,000	13,060	6	
10	近 畿	神 崎 大 橋 かみさき	B-3	T.15-	2	大阪市	14,420	18,288	7	
11	"	佐 門 橋 さか	B-3	T.15-	2	大阪府大阪郡 兵庫県尼崎市	14,458	15,392	10	
12	"	上 関 寺 橋 かみかんじ	A-2	S.26-3	1	滋賀県大津郡彦根町	11,350	19,700	4	
13	中 国	鹿 瀬 橋 かぜ	A-2	S.13-3	53	岡山県御津郡御津町	4,500	24,000	2	
14	四 国	新 内 橋 しんない	B-2	S.25-3	11	香川県丸亀郡	9,000	12,000	7	
15	"	大 津 橋 おつ	B-3	S.28-	11	徳島県鳴門郡大津町	9,000	12,600	6	
16	九 州	太 平 橋 たいへい	A-2	S.26-6	3	鹿児島県川内郡	8,000	28,000	4	
17	"	花 見 橋 はなみ	A-2	S.25-3	10	宮崎県東諸県郡	7,500	23,400	2	

4. 測 定 位 置	静的ヒズミ	少なくとも各部材の支間中央断面においてその上下縁
	静的タワミ	少なくとも、主ゲタは支間中央断面、その他は支間中央とその支点
5. 試 験 荷 重	(1) 20トトラック、(2) 15トトラック、(3) 10トトラックのいずれか	
6. 載 荷 位 置	主ゲタの測定	(1) 全市並列載荷(満載) (2) 部分載荷(偏心)
	縦ゲタの測定	(1) 全市対称載荷 (2) 部分載荷
	横ゲタの測定	(1) 横ゲタ支間中央単数載荷 (2) 複数対称載荷
	床 版の測定	ヒズミ測点真上に1後輪載荷
7. 計 算	(1) 基本耐力力の算定 全主ゲタ、縦ゲタ、横ゲタ、対傾構、床版の引張主鉄筋および圧縮側コンクリートについて (2) 試験荷重下における応力度ならびにタワミの算定 ヒズミおよびタワミの全測点について ただし、計算は慣用計算法(非合成ゲタ橋では、荷重分配を格子や板のように考えず、かつ床版の合成作用を無視して行なう計算)によることとする。注)	

注) 40年度には、慣用計算のほかに厳密計算(荷重分配を格子や板のように考えたり、床版の合成作用を考慮したりして行なう計算)も行なったのであるが、その結果をみると、厳密計算の場合、計算仮定の如何によって計算結果の変動がはなはだしく、かぎられた橋数の資料から傾向をまとめるのにはかえって不都合であったので、41年度は慣用計算のみを行なうこととし、慣用計算による結果と実測値との間の関係を究める方針としたものである。

3. 昭和40年度調査のおもな成果

3.1 概 説

2.1にのべたような調査の結果、つぎのような資料が得られた。

(1) 現況調査の結果、2.1-(1)にのべた範囲の橋梁全般についての現況の概要が得られた。

(2) 抽出調査の結果、つぎのような資料が得られた。

1) 基本耐荷力：
鋼トラス橋 8 橋
鋼プレートガーダー橋 5 橋
鉄筋コンクリート単純Tゲタ橋 2 橋

2) 静的ヒズミ——実測値と慣用計算値との関係
鋼トラス橋 5 橋
鋼プレートガーダー橋 6 橋
鉄筋コンクリート単純Tゲタ橋 3 橋

3) 静的タワミ——実測値と慣用計算値との関係
鋼トラス橋 8 橋
鋼プレートガーダー橋 5 橋
鉄筋コンクリート単純Tゲタ橋 3 橋

4) 走行車両による衝撃の影響
鋼トラス橋 6 橋
鋼プレートガーダー橋 3 橋

5) 自由減衰振動周期、割合減衰率
(鋼橋 6 橋)

6) 変状現況
鋼橋 14 橋
鉄筋コンクリート橋 7 橋

以上のなかから、比較的傾向がまとまっており、かつ耐荷力判定にあたって今後有効に利用しうらと思われる資料を抽出して、以下にかかげる(詳細は“第19回建設省技術研究発表会、既存橋梁の耐荷力と供用限界について、昭和40年11月、建設省道路局・建設省土木研究所”参照のこと)。

3.2 橋梁現況（元1級国道区間，昭和元年～28年竣工，20m以上）

(1) 橋梁形式別・年次別・架設数

表3.1に示すとおり。鋼橋とコンクリート橋との橋数比はほぼ4:6である。橋種形式別で橋梁数のもつとも多いのは鉄筋コンクリート単純Tゲタ橋で全体の約1/3を占め、これに次いで、鋼プレートガーダー橋、鋼ゲルバープレートガーダー橋、コンクリートゲルバーTゲタ橋、コンクリート連続Tゲタ橋がそれぞれ全数の9～10%ずつを占めている。

(2) 示方書の適用変換

大正15年示方書と昭和14年示方書との適用変換は、昭和13年から昭和16年の間に行なわれている。

(3) 設計図書保管率

設計計算書および設計図の保管率はそれぞれ6%および2%程度ではなだ低率である。設計図書は、基本耐荷力算定の基礎となるものであることを考えると、早急にその保管整理の対策の樹立がのぞまれる。

(4) 変 状

何らかの変状を有する橋梁は、全数の約16%となっている。一般的傾向としては、

- 1) 比較的橋数の多いものの中では、鋼トラス橋における変状が多い。
- 2) 耐荷力に関係する変状の部位別頻度は、鋼橋では床版、主構造、伸縮継手の順、コンクリート橋では舗装、主構造、床版が低い頻度となっている。
- 3) 変状ありと報告された橋梁の70%は昭和10年以前に竣工のものである。
- 4) 市員の狭い橋の方が変状率が高い傾向がうかがわれる。

表 3.1 橋樑形式別・年次別架設数

竣工年	橋種 形式	鋼 橋								鉄筋コンクリート橋						PC橋		小 計			
		単 純 ゲ タ	連 続 ゲ タ	ゲ ル バ ー ゲ タ	単 純 ト ラ ス	連 続 ト ラ ス	ゲ ル バ ー ゲ タ	ア ー チ	ラ ン ゲ ー ム ン	ロ ー ゼ	吊 橋	床 版 橋	単 純 T ゲ タ	連 続 T ゲ タ	ゲ ル バ ー T ゲ タ	ア ー チ	ラ ン ゲ ー ム ン		ラ ン ゲ ー ム ン	床 版 橋	
T 10		1																		1	
13												1								1	
S 1																					
2	4						2					7	1		2					16	
3	4			2	6			1		1		2	2	1						19	
4	2	2		2	4							8	1		2					21	
5	3			4	6			2				1	5	1		1				23	
6	1			4	2								10	3	2	1				23	
7	9	2		7	4	2		2				3	16	8	1	2	2			58	
8	6			5	7		1	3		1	1	2	22	5		4				57	
9	8			5	5					1			15	9	3	3	2			51	
10	4			5	1					1		2	15	9	2	3	2			44	
11	3	1		5	3		1	1				1	9	1	1	3				29	
12	1			3	1			1		2			13	3	10	1				35	
13	2			1	1							2	10		8		1			25	
14	1			3	1							6	2	6	1					20	
15	2			3					1				5		4	1				16	
16	2			2				1					6		2	1	2			16	
17															2					2	
18	1														1					2	
19															1					1	
20																				0	
21	1												1							2	
22																				0	
23	3			1																4	
24	1	1		3									2	1	1					9	
25	8	1		3	3				1			1	6		2					25	
26	11	2		1	4							1	19	2	2					42	
27	2			3	3			1					12	2	3					26	
28	6	1		4	5					1		3	18	4	12	1			2	58	
計		86	10	66	56	2	3	14	2	7	0	1	16	208	54	64	26	9	0	2	626

3.3 トラス橋の静的タワミおよび静的ヒズミ

40年度に載荷試験を行なったトラス橋について、ヒズミとタワミの傾向を示すと、それぞれ図3.1および図3.2のとおりである。ここで、計算値というのは機用計算による値である。

図3.1 単純トラス橋のヒズミの

実測値/計算値

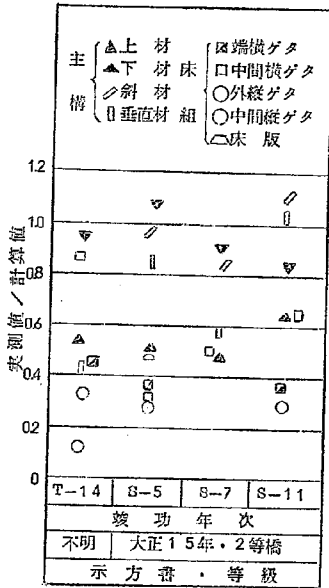
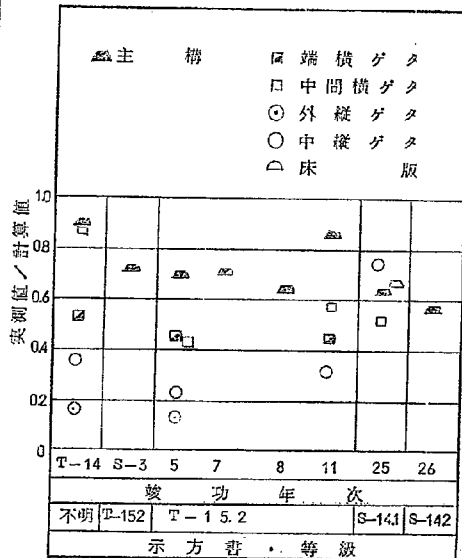


図3.2 単純トラス橋のタワミの

実測値/計算値



3.4 動的タワミ測定より得られた衝撃の影響

荷重車を走行させたときのタワミ曲線から、衝撃の影響を表わす係数として、つぎのような値 i_e を求めた。

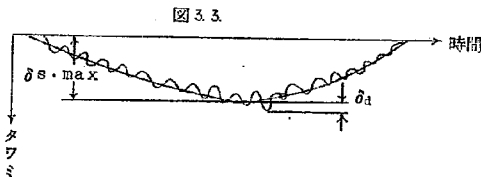


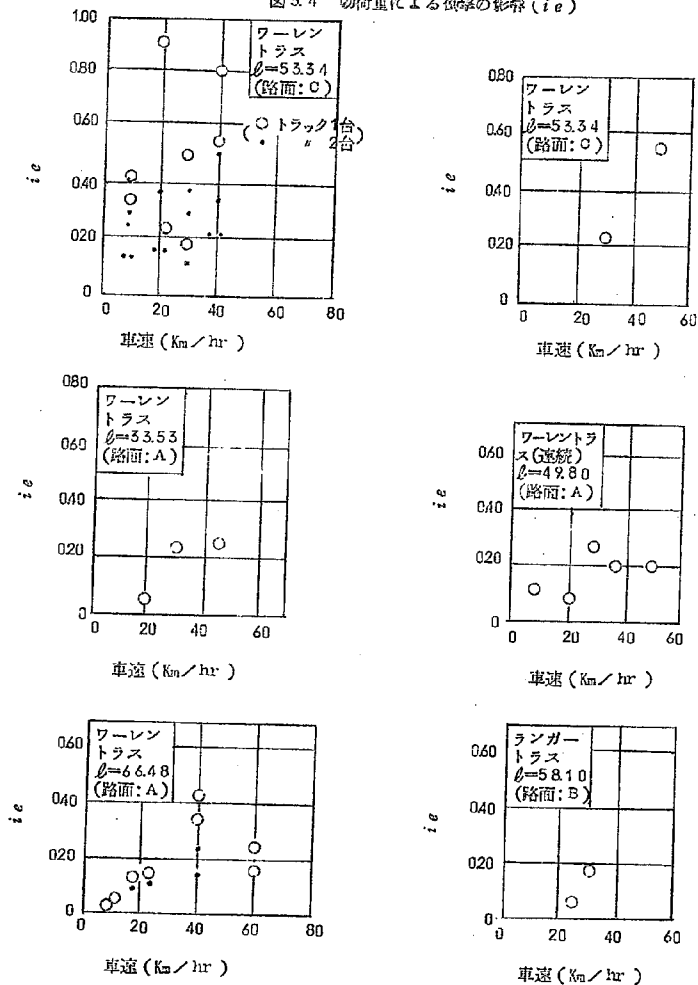
図3.3のように、一つの時間～タワミ曲線においてタワミの静的部分の最大値を $\delta s \cdot \max$ 、そのときのタワミの動的部分を δd とするとき、

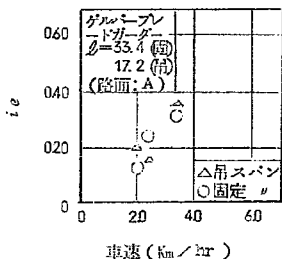
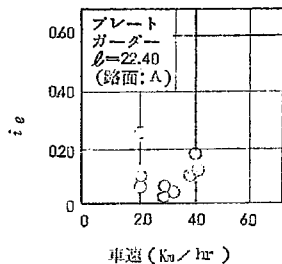
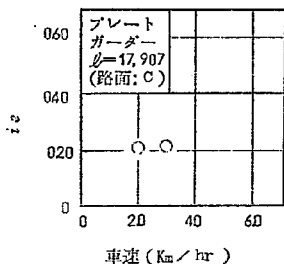
$$ie = \phi_d / \phi_s \cdot \max$$

と定義すれば、 ie 値が大きいほど衝撃の影響が大きいとみなすことができる。このようにして得た ie の値を図 3.4 に示す。

これより、路面状態の良否が衝撃におよぼす影響の大きいことがわかる。

図 3.4 動荷重による衝撃の影響 (ie)





路面状態

- A : おおむね良好 (平滑) なもの
- B : A と C の中間に類するもの
- C : 舗装の破損や凹凸のいちじるしいもの

4. 昭和41年度調査のおもな成果

4.1 概 説

2.2でのべたように、41年度は調査対象を鋼・単純プレートガーダー橋のみに限定し、しかも調査項目は静的ヒズミとタワミの測定のみとし、かつ、計算はすべて慣用計算によることとした。

これは、40年度における調査の結果からも明らかなように、一度に多種多様の橋種・形式の調査を手がけても、傾向的にまとまりのよい資料は得がたいので、40年度はトラス橋についてある程度まとまった結果を得たのにつづいて、41年度は形式が単純で計算が簡単であり、また実際に橋数も多い鋼単純プレートガーダー橋のみに注目して、この形式についての一定の結論をうることにつとめることとしたものであり、また、計算をすべて慣用計算としたのは、今後の操作において、計算はできるだけ簡便に行なうことが望ましいこと、厳密計算を導入すると、荷重分配作用の程度とか、床版その他の部材の主ゲタに対する協同作用の影響などの不明確要素にある仮定を設けてこれらの適当な組合わせを設定する際に、この仮定の設け方や要素の組合わせ方によって、計算結果は大きく左右され、資料の整理がはん雑となることから、このようなことを避けて、できるだけ簡明

な方法で処理しようとしたこと、などによるものである。

以下にかかげる資料は、いずれも実測データを慣用計算結果との関係において示しているが、これは前述の趣旨によるものである。

一般に、慣用計算による値は実測値とかなりの差異を生ずることが知られており、以下にかかげる資料にもこのことは明確に現われているが、ここでは、むしろ慣用計算値と実測値との間の差異の傾向をまとめて、それを耐荷力判定の操作に利用しようとしているのである。

4.2 調査対象橋梁と調査の種類

対象橋梁は、表2.5に示す17橋で、調査の内容等は2.2でのべたとおりである。

4.3 基本耐荷力

基本耐荷力算定結果は、表4.1および図4.1のとおりである。基本耐荷力の定義(1.2-1)により、その算定にあたっては鋼材の腐食等による断面減少の影響を見込まなければならぬが、腐食度調査法等がまだ確立されていないため、41年度も腐食調査等を行なわなかったため、ここでは設計断面についての基本耐荷力を示してある。

これらから、つぎの傾向がうかがわれる。

- 1) 主ゲタの基本耐荷力は、1、2の例外をのぞけば当然ながらそれぞれの準拠する設計荷重に対するL値を上まわっているが、現行の荷重L-20を超えているのは昭和25年以降に架設された数橋のみである。

そのばらつきの範囲は、大正15年示方書によるものがL-12~L-19の範囲、昭和14年示方書によるものがL-13~L-26の範囲となっている。

- 2) 床組および床版についてはT-5~T-30の広範囲にわたっており、部材別に定まった分布の傾向は認められない。

4.4 単純プレートガーダー橋の静的タワミ

主ゲタのタワミ実測結果を慣用計算結果と比較して示すと表4.2のとおりである。ここには種類の載荷状態についての値が示してあるが、これらの載荷状態を用いた意図はつぎのとおりである。

I 全巾員並列載荷(図4.2(1))

巾員方向に車線数に等しい台数のトラックを並列(橋軸方向には各車線とも1台)した場合で、橋梁全体としての挙動を求めようとしたものである。この状態では横方向の荷重分配の影響がかなり消滅して、全橋があたかも1本のゲタとしての作用に近い状態になるものと見なして、測定値および計算値は、全主ゲタの平均値を以て比較した。

Ⅱ 中央2台縦列載荷（図4.2(2)）

市員の中央でかつ支間中央断面に対して対称となるように2台のトラックを縦列に載荷したもので、中央ゲタの挙動に特に注目し、かつ横方向荷重分配の程度をも求めようとしたものである。

Ⅲ 側端2台縦列載荷（図4.2(3)）

Ⅱの載荷を側端部で行なったもので、外ゲタの挙動に特に注目し、かつ横方向荷重分配の程度をも求めようとしたものである。表4.2に示した実測値は、左右両側端において載荷した場合のおのふの平値である。

表-4.1 基本耐荷力(設計断面による)

橋 梁 名	竣工年	示方書 等 級	主ゲタ	縦ゲタ	横ゲタ	床 版		摘 要
						主鉄筋	コンク リート	
江 別 大 橋	S 3	T15-1	17.3	8.8	28.4	15.2	12.2	
秋 田 大 橋	S 9	T15-1	7.6	15.5	11.3			
名 取 橋	S 7	T15-2	16.6	14.8	9.4			
高 岡 大 橋	S 12	T15-1	11.4	10.0	6.0	15.1	16.8	
御 館 橋	S 29	S14-1	17.9	13.2	14.6	32.0	30.6	
利 根 川 橋	S 27	S14-1	19.6		× 42.0	※ 10.6	9.3	※ 対傾構斜材 ※※ バックルプレート
高 橋	S 30	S14-1	21.5			20.3	20.0	合成ゲタ
祥 雲 橋	S 6	T15-1	15.6	8.6	25.1			
霞 橋	S 6	T15-1	13.3		3.5			
神 崎 大 橋	T 15	T15-1	15.1			26.6	30.3	
佐 門 橋	T 15	T15-1	19.3			25.2	27.3	
上 関 寺 橋	S 26	S14-1	23.0	10.3	11.9	16.3	9.2	
鹿 瀬 橋	S 13	T15-2	12.1	8.4	14.0			
新 内 橋	S 25	S14-1	26.8			21.2		
大 津 橋	S 28	S14-1	14.4					
太 平 橋	S 26	S14-1	22.9	8.0	27.3			
花 見 橋	S 25	S14-1	13.2	8.2	12.9			

注) 各部材の基本耐荷力は、同種部材中の最小のものを示す。

図-4.1 基本耐荷力（設計断面について）

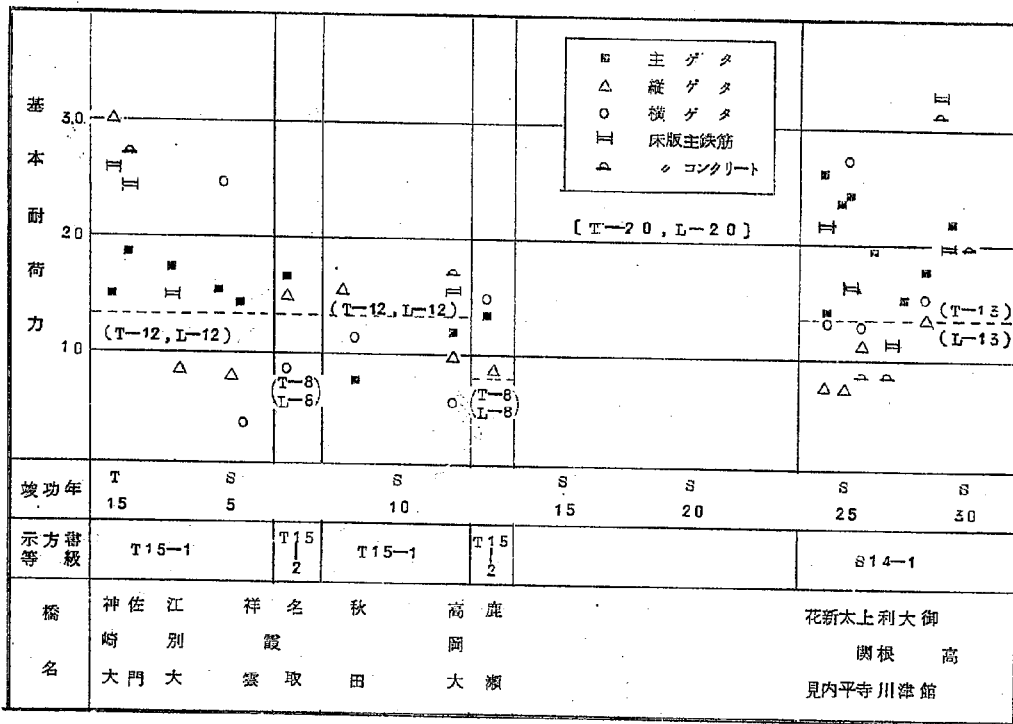
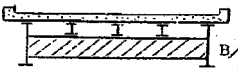
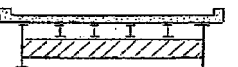
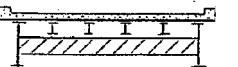
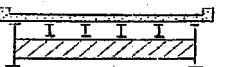
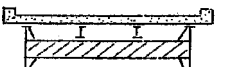
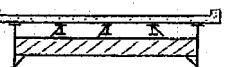
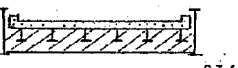
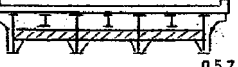
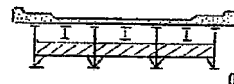
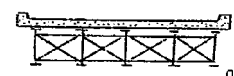
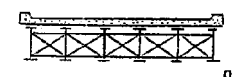
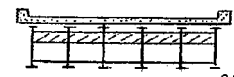
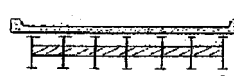
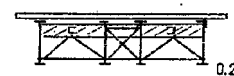


表 4.2 - 主ゲタの応力度およびタワミ (実測値と計算値との比較)

番号	橋 梁 名	床組形式	主ゲタ数	項 目	載 荷 状 態									摘 要
					Ⅰ 全巾員並列			Ⅱ 中央2台縦列			Ⅲ 側端2台縦列			
					①実測値	②計算値	①／②	①実測値	②計算値	①／②	①実測値	②計算値	①／②	
1	S・3 江 別 大 橋	A-2	2	応 力 度	-67 99	-279 321	0.32 0.31	-23 120	-231 264	0.10 0.45	-40 181 8 63	-395 454 65 76	0.10 0.40 0.13 0.83	 B/L 0.341
				タワミ	2.8	6.7	0.42	2.7	6.1	0.44	4.1 1.4	10.4 1.7	0.39 0.82	
2	S・9 秋 田 大 橋	A-2	2	応 力 度	0 126	-325 325	0 0.39	-6 124	-256 256	0.02 0.48	-55 132 25 50	-202 202 55 55	0.27 0.66 0.46 0.92	 0.385
				タワミ	2.0	5.4	0.37	1.7	3.3	0.51	2.3 1.1	5.1 1.4	0.45 0.79	
3	S・7 名 取 橋	A-2	2	応 力 度	-42 166	-241 241	0.17 0.69	-42 113	-187 187	0.22 0.61	-67 168 15 78	-280 280 90 90	0.24 0.60 0.16 0.86	 0.354
				タワミ	4.0	6.5	0.63	3.0	3.6	0.83	4.8 1.8	5.4 1.7	0.89 1.06	
4	S・12 高 岡 大 橋	A-2	2	応 力 度	-19 241	-450 527	0.04 0.46	-32 202	-410 481	0.08 0.42	-42 290 2 128	-626 735 214 252	0.07 0.39 0.01 0.51	 0.385
				タワミ	1.9	4.5	0.42	1.7	4.3	0.40	2.4 1.1	6.5 2.3	0.37 0.48	
13	S・13 鹿 瀬 橋	A-2	2	応 力 度	-61 217	-331 331	0.18 0.66	-112 126	-272 272	0.41 0.46	-110 229 63 78	-452 452 86 86	0.24 0.51 0.73 0.91	 0.271
				タワミ	4.8	9.2	0.52	4.5	8.6	0.52	6.4 2.4	14.8 2.7	0.45 0.89	
17	S・25 花 見 橋	A-2	2	応 力 度	-26 142	-252 252	0.10 0.56	-25 130	-211 211	0.12 0.62	-32 184 4 74	-354 356 68 68	0.09 0.52 0.06 1.09	 0.320
				タワミ	3.1	7.7	0.40	3.0	6.9	0.43	4.5 1.5	11.7 2.2	0.39 0.68	
5	S・29 御 館 橋	A-1	2	応 力 度	-254 227	-348 397	0.73 0.57	-141 134	-223 254	0.63 0.53	-237 210 67 65	-355 405 92 105	0.67 0.52 0.73 0.62	 0.367
				タワミ	3.0	4.2	0.72	1.9	3.1	0.61	2.6 0.9	5.0 1.3	0.52 0.69	
8	S・6 祥 雲 橋	A-2	3	応 力 度	-61 148	-267 274	0.23 0.54	-16 37 49 74	-36 36 219 225	0.44 1.03 0.22 0.53	-54 124 19 44	-298 305 35 36	0.18 0.41 0.54 1.22	 0.423
				タワミ	3.5	7.6	0.46	0.90 2.7	1.1 7.3	0.82 0.37	2.9 1.2	9.4 1.2	0.31 1.00	
12	S・26 上 関 寺 橋	A-2	4	応 力 度	-24 132	-284 264	0.08 0.50	-48 201	-455 409	0.11 0.49	-33 185 58 180	-468 421 477 428	0.07 0.44 0.12 0.42	 0.576
				タワミ	2.2	7.0	0.31	2.5	11.4	0.22	0 1.0	10.9 11.6	0 0.09	

番号	橋 梁 名	床組形式	主ゲタ数	項 目	載 荷 状 態									描 要
					Ⅰ 全巾員並列			Ⅱ 中央2台縦列			Ⅲ 側端2台縦列			
					①実測値	②計算値	①/②	①実測値	②計算値	①/②	①実測値	②計算値	①/②	
16	S.26 太 平 橋	A-2	4	応 力 度	- 20 60	-117 117	0.17 0.51	-19 39 -21 24	0 0 -184 -184	~ 0.11 0.35	- 34 44 - 28 65	- 92 92 -138 138	0.37 0.48 0.20 0.47	 0.286
				タワミ	1.9	4.2	0.45	1.3 2.1	0 1.16	~ 0.18	2.6 1.9	5.8 8.7	0.45 0.22	
7	S.30 高 橋 (合成ゲタ)	B-3	5	応 力 度	- 5 201	- 79 290	0.63 0.69	-37 192	-121 441	0.31 0.44	- 47 275 - 37 161	-171 626 - 20 74	0.28 0.44 1.85 2.18	 0.393
				タワミ	4.0	5.0	0.80	3.9	8.7	0.45	6.0 3.4	123 1.4	0.49 2.43	
15	S.28 大 津 橋	B-3	6	応 力 度	17 200	-615 460	~ 0.44	-13 18 154	0 0 -546 605	~ 0.26	- 242 90	-424 487 -126 138	0 0.50 ~ 0.65	 0.715
				タワミ	1.7	7.2	0.24	0.2 1.4	0 1.11	~ 0.13	1.8 0.7	8.8 1.5	0.20 0.47	
9	S.6 霞 橋	B-1	6	応 力 度	- 31 224	-450 472	0.07 0.48	2 14 -17 104	0 0 -418 439	~ 0.04 0.24	- 28 172 50	-385 403 0 0	0.07 0.43 ~ ~	 0.844
				タワミ	2.8	8.4	0.33	0.2 1.9	0 9.1	~ 0.21	2.2 0.5	8.4 0	0.26 ~	
14	S.25 新 内 橋	B-2	7	応 力 度	- 72 158	-391 391	0.18 0.40	- 4 13 -34 153	0 0 -504 504	~ 0.67 0.30	- 46 95 - 32 65	-393 393 0 0	0.12 0.24 ~ ~	 0.750
				タワミ	2.3	7.5	0.31	0.2 2.3	0 1.16	~ 0.20	1.8 0.9	9.0 0	0.20 ~	
6	S.27 利 根 川 橋	B-3	4	応 力 度	- 98 155	-222 236	0.44 0.66	-74 128 -109 134	-63 67 -336 358	1.18 1.91 0.33 0.37	-140 191 - 81 127	-554 590 -133 142	0.25 0.32 0.61 0.89	 0.261
				タワミ	6.5	10.9	0.60	5.7 7.2	3.3 17.6	1.73 0.41	9.7 6.7	29.2 7.0	0.53 0.96	
10	T.15 神 崎 大 橋	B-3	7	応 力 度	- 38 106	-170 198	0.22 0.54	-42 110	-393 458	0.11 0.24	-137 150 - 28 108	-181 210 -177 206	0.76 0.72 0.46 0.52	 0.898
				タワミ	1.5	3.4	0.44	1.4	2.2	0.15	3.7 1.6	4.3 4.1	0.86 0.39	
11	T.15 佐 門 橋	B-3	10	応 力 度	- 23 115	-183 219	0.13 0.52	-13 107	-312 373	0.04 0.29	- 84 88 - 26 153	- 73 87 -161 171	1.15 1.01 0.16 0.90	 1.070
				タワミ	1.4	3.5	0.40	1.7	6.9	0.25	2.0 1.8	1.6 3.0	1.25 0.60	

注 1) タワミの単位はmm、応力度の単位はkg/cm²

2) 載荷状態I：全主ゲタの平均値。ただし、応力度の欄の上段および下段の数値はそれぞれ上フランジおよび下フランジの応力度を示す。

載荷状態II：2主ゲタの場合は両主ゲタの平均値。3主ゲタ以上の場合各欄の左側および右側の数値はそれぞれ両外ゲタおよび中央ゲタ（偶数本主ゲタのときは中央2本の平均）の平均値を示す。

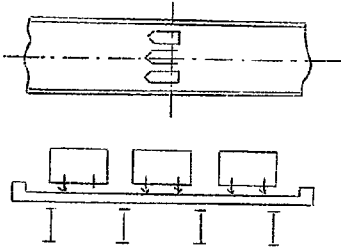
載荷状態III：各欄の左側は載荷側外ゲタの、右側は中央ゲタ（偶数本主ゲタのときは中央2本の平均）の値を示す。

表一 4. 3 床組および床版主鉄筋のタワミおよび応力度

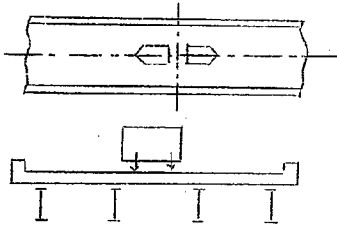
番 号	橋 梁 名	床組形式	項 目	縦			横			床 版			摘 要		
				ゲ			ゲ			ゲ				(主 鉄 筋)	
				①実測値	②計算値	①／②	①実測値	②計算値	①／②	①実測値	②計算値	①／②			
1	江 別 大 橋	A-2	応 力 度	-132 141	-651 651	0.20 0.22	-109 250	-479 479	0.23 0.52	-103 164	-307 307	0.34 0.54	149	995 995	0.15
			タワミ	0.64 2.70	0.24				0.96 1.60	0.60					
2	秋 田 大 橋	A-2	応 力 度	-57 84	-458 458	0.14 0.18	-141 147			-187 200	-455 455	0.41 0.44			
			タワミ	0.27 1.74	0.16				1.03 1.24	0.83					
3	名 取 橋	A-2	応 力 度	-128 200	-460 460	0.28 0.44				-225 236	-344 256	0.65 0.92			
			タワミ	1.35 2.45	0.55	1.89			1.46 1.46	1.00					
4	高 岡 大 橋	A-2	応 力 度	-248 392	-1560 1560	0.16 0.25	-329 381	-1160 1600	0.28 0.24	-479 503	-1160 1600	0.41 0.31	266	2110	0.13
			タワミ												
8	祥 雲 橋	A-2	応 力 度	-128 179	-479 547	0.27 0.33	-192 220	-344 364	0.53 0.61	-210 238	-370 370	0.57 0.64	397		
			タワミ	0.82 2.93	0.28	0.78	1.05	0.74	0.80 1.06	0.76					
12	鹿 瀬 橋	A-2	応 力 度	-128 145	-768 768	0.17 0.19	-32 63	-978 978	0.33 0.65	-17 216	-470 470	0.36 0.46	78	980	0.08
			タワミ	0.11 2.47	0.04				0.44 1.07	0.41					
13	上 関 寺 橋	A-2	応 力 度	-174 228	-1333 1333	0.13 0.17	-184 236	-716 716	0.26 0.33	-286 204	-716 716	0.40 0.29	410		
			タワミ	0.59 3.70	0.16	1.32	4.00	0.33	0.95 4.00	0.24					
16	太 平 橋	A-2	応 力 度	(+) 13 114	-855 855	- 0.13	-9 26	-531 531	0.02 0.05	-85 143	-531 531	0.16 0.27	66		
			タワミ	0.24 0.46	0.52	0.12	0.46	0.26	0.24 0.46	0.52					
17	花 見 橋	A-2	応 力 度	-62 122	-537 537	0.12 0.23	-202 152	-607 607	0.33 0.25	-186 252	-607 607	0.31 0.42	105		
			タワミ	0.58 1.93	0.30	0.80	2.70	0.30	1.27 2.70	0.47					
5	御 館 橋	A-1	応 力 度	-55 238	-720 720	0.08 0.53							172	1036	0.17
			タワミ				0.22	0.50	0.44						
6	利 根 川 橋	B-3	応 力 度										320	1076	0.30
			タワミ												
7	高 橋	B-3	応 力 度										135	838	0.16
			タワミ												
10	神 崎 大 橋	B-3	応 力 度										84 84	453	0.19
			タワミ												
11	佐 門 橋	B-3	応 力 度										41 41	466	0.09
			タワミ												
15	大 津 橋	B-3	応 力 度												
			タワミ												
9	霞 橋	B-1	応 力 度				-187 187	-1727 -1964	0.11 0.10	-257 238	-1727 1964	0.15 0.12	368		
			タワミ												
14	新 内 橋	B-2	応 力 度										283	774	0.37
			タワミ												

図 4.2 載荷状態

(1) 全巾員並列載荷



(2) 中央2台縦列載荷



(3) 側端2台横列載荷

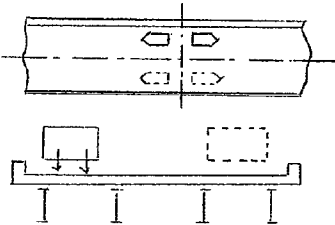


表 4.2 から、各種の要素をパラメーターとして主ゲタのタワミを実測値／計算値をもって図示すると、図 4.3 ～ 図 4.8 のようである。

これから、つぎの傾向がうかがわれる。

- 1) 竣工年（現在までの経過年）による差異は認められない（図 4.3）。
- 2) 床組形式別の特徴も認められない（図 4.4）。
- 3) 主ゲタ本数による差異も、また明確でない（図 4.5）。
- 4) 巾員／支間比別にみると、タワミの実測値／計算値の値は巾員／支間比が小なるほど大きな値となっているようにも見られるが、これと同じ関係をヒズミの場合についてみると、何らの傾向も認められないので、タワミにおけるこの関係も不明確である（図 4.6）。
- 5) 3), 4) の関係を部分載荷（載荷Ⅱ，Ⅲ）の場合についてみても、明確な傾向は認め難い。また、この場合、中央部載荷時の中央ゲタと、側端部載荷時の外側主ゲタとは、ほぼ同じ実測値／計算値となっている（図 4.7，図 4.8）。
- 6) 総じて、タワミの実測値／計算値は 0.2 ～ 0.8 の範囲にあり、なかでも 0.4 ～ 0.6 の範囲における頻度が高い。

つぎに、表 4.3 から床組のタワミを部材別に見ると図 4.9 のようになるが、実測値／計算値はきわめて広範な分布を示している。しかし、0.2 ～ 0.6 の

図 4.3 主ゲタのタワミ (全市並列載荷)

【竣 効 年 別】

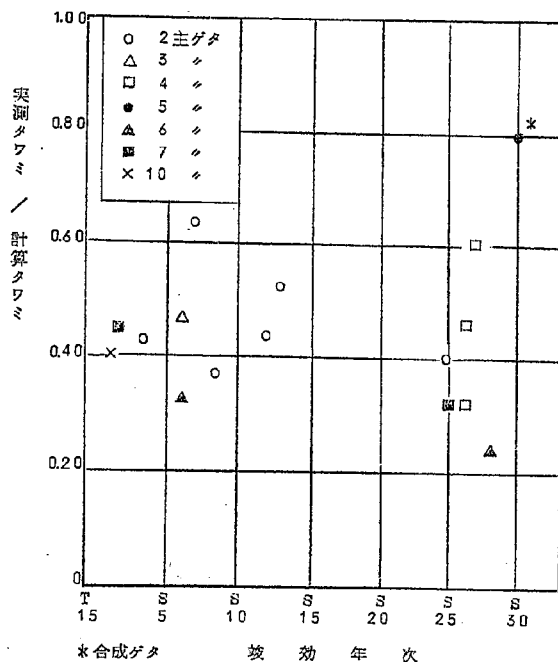


図 4.4 主ゲタのタワミ (全市並列載荷)

【床組形式別】

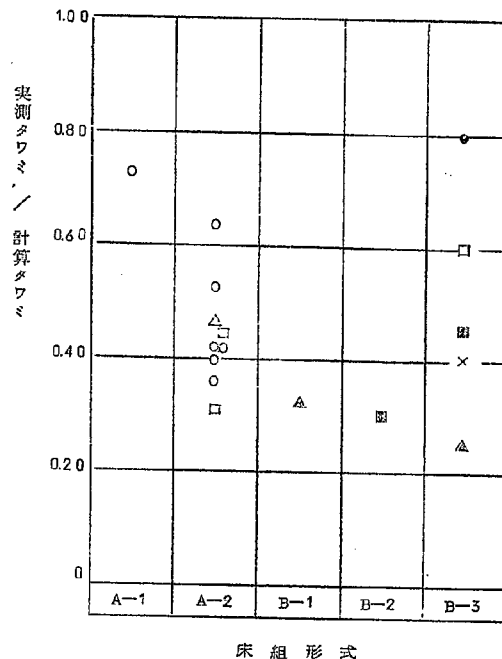


図 4.5 主ゲタのタワミ（全市並列載荷）

〔主ゲタ本数別〕

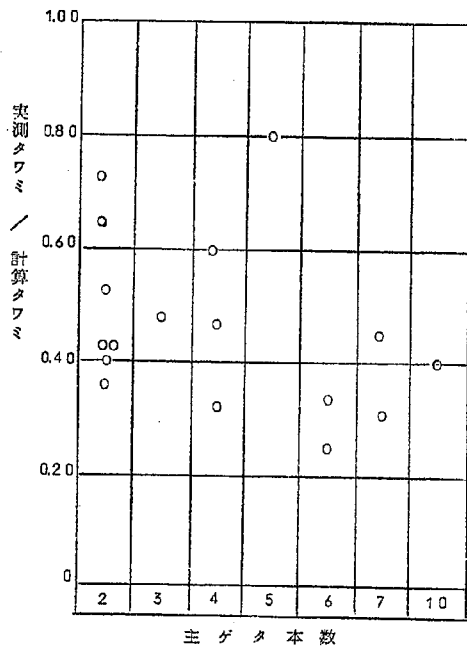


図 4.6 主ゲタのタワミ（全市並列載荷）

〔巾員／支間比別〕

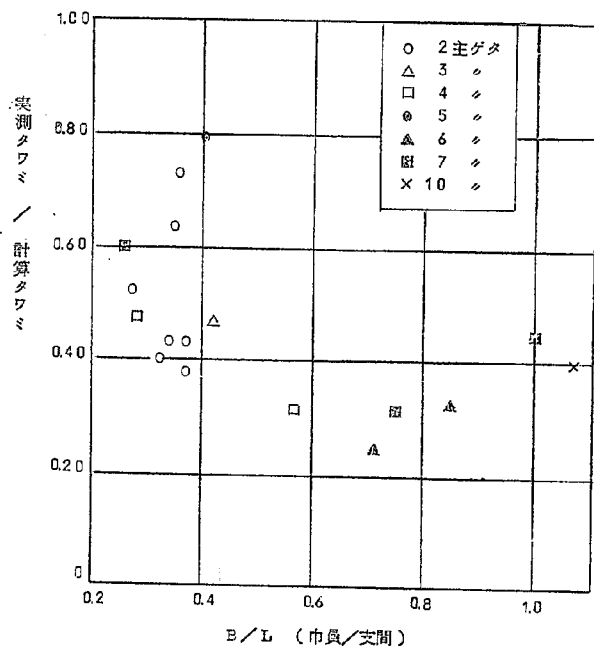
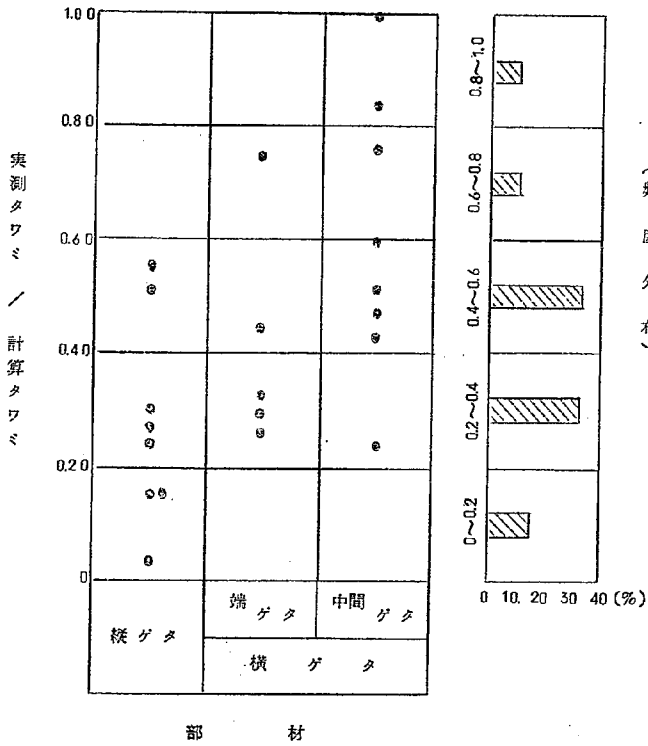


図 4.9 床組のタワミ (実測値/計算値)



範囲における頻度が高い傾向はうかがわれる。

4.5 単純プレートガーダー橋の静的ヒズミ

主ゲタのヒズミ実測結果を慣用計算結果と比較して示すと表4.2のとおりであり、これをダワミの場合と同じように各要素をパラメーターとして図示すると図-4.10～図-4.15のようである。これから、つぎの傾向がうかがわれる。

- 1) 竣工年別には何らの傾向もない（図4.10）。
- 2) 床組形式別の特徴も認められない（図4.11）。
- 3) 主ゲタ本数別あるいは巾員／支間比別にみると、いかなる主ゲタ数または巾員／支間比においても実測値／計算値はほぼ同程度の値（範囲）となっている（図4.12、図4.13）。
- 4) 部分載荷の場合、中央主ゲタ上載荷時の中央主ゲタと、側端部載荷時の外側主ゲタとでは、それぞれの実測値／計算値の傾向に相違は認められない。また、全巾並列載荷、部分載荷等、載荷状態の相違によるヒズミの実測値／計算値の現われ方の相違も認められない（図4.13～図4.15）。
- 5) 総じて、主ゲタの上フランジは0～0.2、下フランジは0.4～0.7の範囲にある。

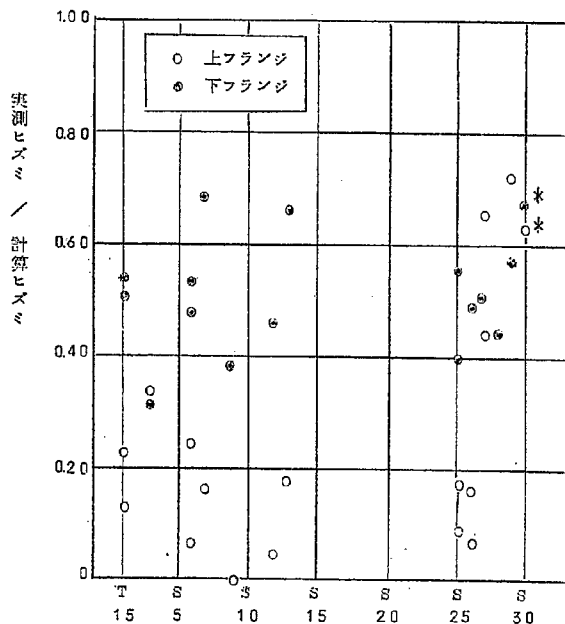
上記のように、主ゲタ上フランジの実応力比（実測値／計算値）は一般に下フランジのそれをはるかに下まわっているが、これは床版の合成効果によるところが大きいと考えられる。このことから、非合成ゲタの主ゲタ上フランジは、実際には下フランジより余裕をっており、従って主ゲタの耐力力は、ほとんど下フランジによって左右されるものと考えてよからう。ただし、このことは床版の合成作用が保たれていることを前提とするものであるから、異常に大きな荷重に対しても同様に考えることは危険である。しかし、少なくとも41年度の載荷試験で用いた、かなり苛酷な載荷（全巾並列載荷）に対しても、この合成効果が存在することが確かめられたことから、通常の交通状態においてE-20程度以下の載荷では、一応、非合成ゲタは合成ゲタの働きをするものと考えることができよう。

表-4.4および図-4.16は、合成ゲタとしての計算を行なった結果の一例である。図-4.16から明かなように、主ゲタ上フランジに関しては、非合成ゲタとしての応力度と合成ゲタと考えたときの応力度とはいちじるしく異なり、しかも、その程度は $n = \frac{10.8}{10.0}$ のとり方によっても大きく変動するが、下フランジに関しては、非合成および合成としてのそれらの差異は5～10%にすぎず、 n をかえても、一般に合成ゲタとしたときの応力度はほとんど変化しないことがわかる。このことから、主ゲタの耐力力を支配する下フランジの応力度を求めるのには、あえて合成ゲタとしての計算を行なわなくても非合成ゲタとしての計算によってよい、といえよう。

つぎに、表4.3より床組と床版のヒズミを部材別に図示すると、図4.17～図4.19のようである。これから、実測値／計算値についてその傾向を見ると、

図 4.10 主ゲタのヒズミ（全市並列載荷）

〔竣工年別〕



*合成ゲタ

図 4.11 主ゲタのヒズミ（全市並列載荷）

〔床組形式別〕

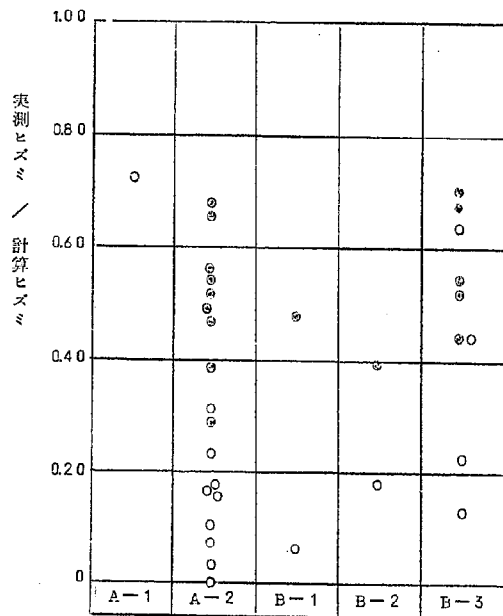


図 4.1 2 主ゲタのヒズミ (全巾並列載荷)

〔主ゲタ本数別〕

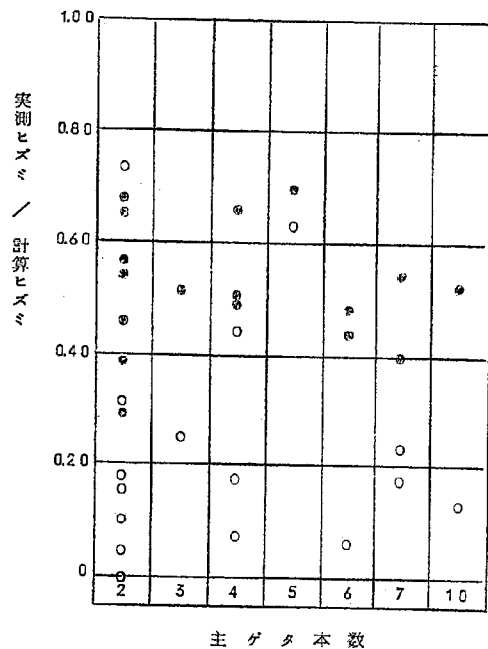


図 4.1 3 主ゲタのヒズミ (全巾並列載荷)

〔巾員/支間比別〕

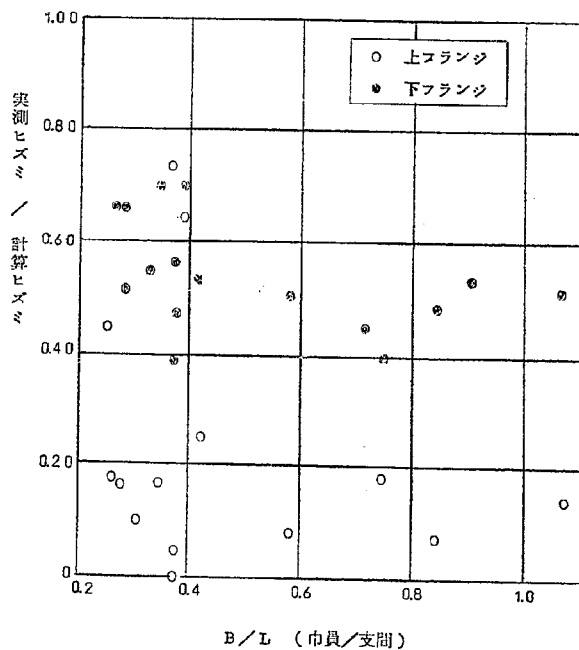


図4. 14 主ゲタのヒズミ（部分載荷）

〔巾員／支間比別〕

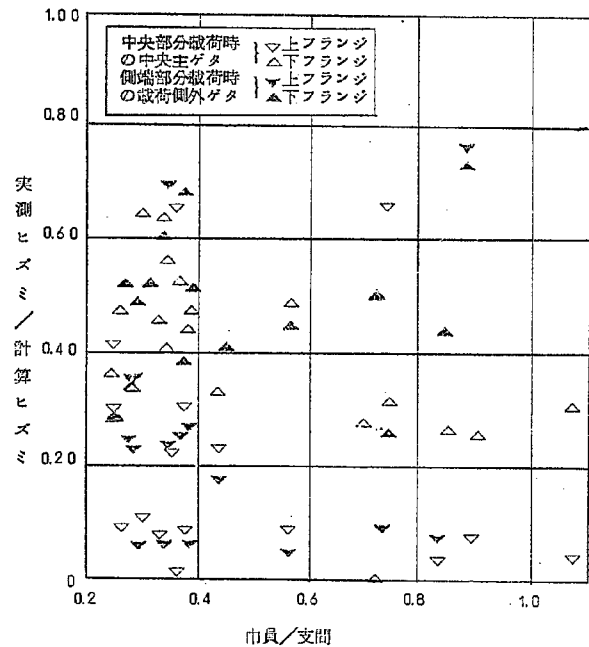


図4. 15 主ゲタ下フランジのヒズミ

〔巾員／支間比別〕

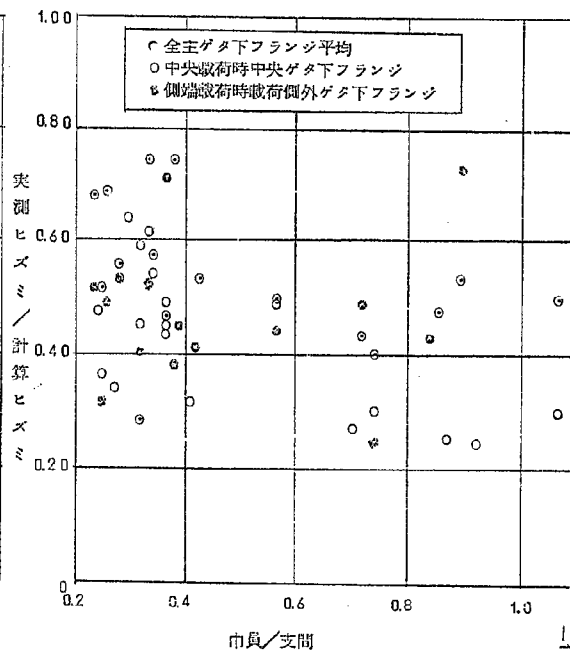


表-4.4 合成ゲタとしての計算結果との比較(主ゲタの応力度)

単位: Kg/cm^2

橋 梁 名	床組 形式	主 ゲ タ 数	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
			実 測 値	計算-1	計算-2	計算-3	①/②	①/③	①/④
				慣用計算 (非 合 成)	合成ゲタ ($n=15$)	合成ゲタ ($n=10$)	非 合 成	合 成 ($n=15$)	合 成 ($n=10$)
鹿 瀬 橋	A-2	2	-61 217	-331 331	-98 284	-69 280	0.18 0.66	0.62 0.77	0.88 0.78
花 見 橋	A-2	2	-26 142	-252 252	-87 229	-64 224	0.10 0.56	0.30 0.62	0.41 0.63
太 平 橋	A-2	4	-20 60	-117 117	-52 109	-41 107	0.17 0.51	0.39 0.55	0.49 0.56
祥 雲 橋	A-2	3	-61 148	-267 274	-87 244	-63 238	0.23 0.54	0.70 0.61	0.97 0.62
霞 橋	B-1	6	-31 244	-450 472	-113 479	-39 254	0.07 0.48	0.28 0.51	0.80 0.96

注1) 全市並列載荷(2~4台)における全主ゲタの平均値を示す。

2) 応力度欄の上段および下段数値はそれぞれ上・下フランジの応力度を示す。

図 4. 16 合成ゲタとしての計算結果との比較

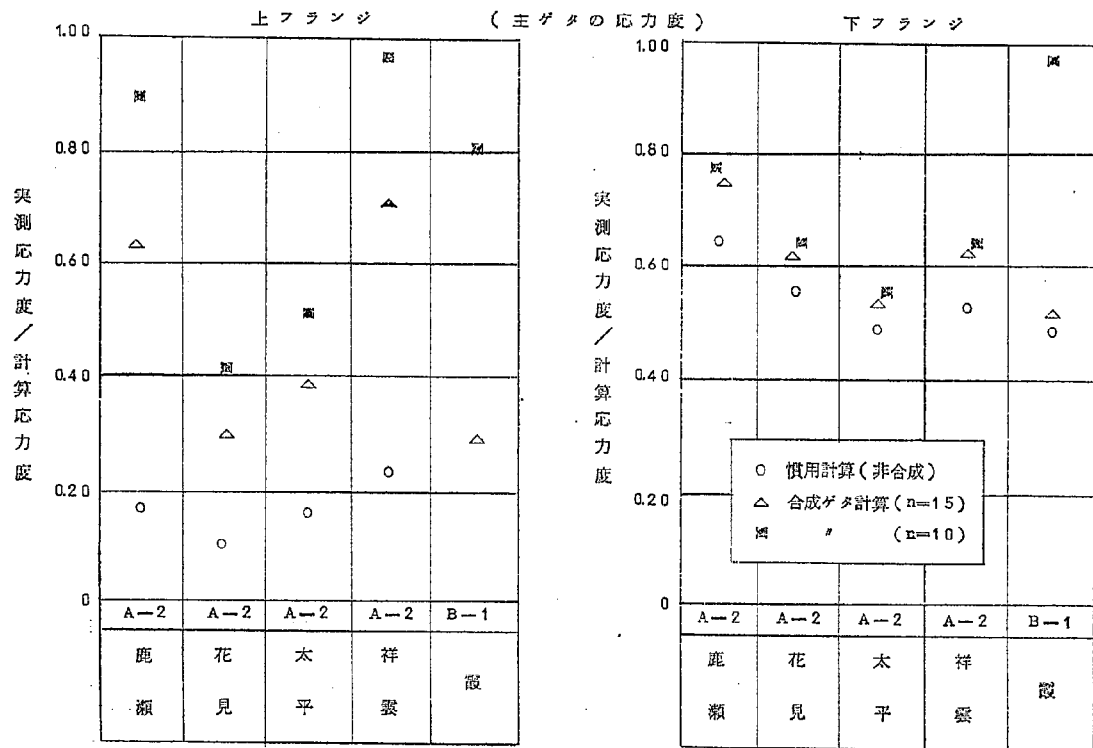
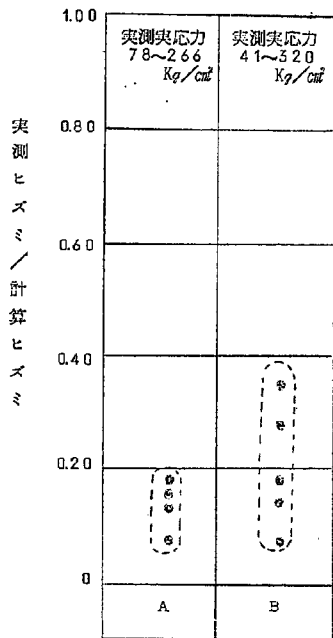


図4. 17

床版主鉄筋のヒズミ

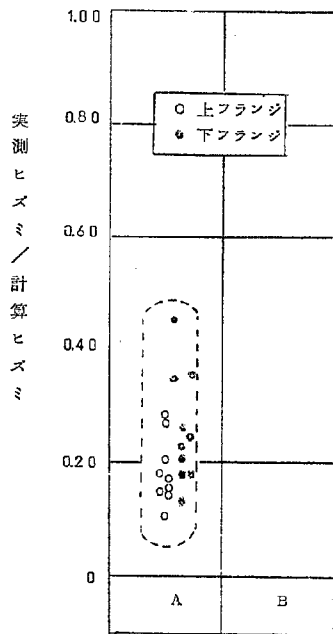


床組形式

図4. 18

縦ゲタのヒズミ

(実測 $\sigma_1 = 55 \sim 392 \text{ Kg/cm}^2$)

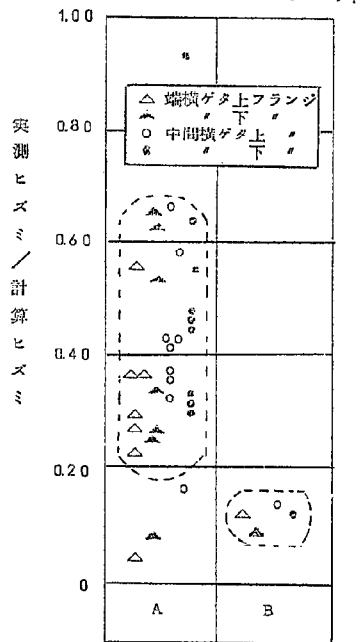


床組形式

図4. 19

横ゲタのヒズミ

(実測 $\sigma_1 = 9 \sim 50.5 \text{ Kg/cm}^2$)



床組形式

- 1) 床版の主鉄筋は0.1～0.4の範囲にある。
- 2) 縦ゲタも0.1～0.4の範囲にあり、上下フランジの差異はほとんどない。
- 3) 横ゲタは2, 3のものをのぞけばほとんどが0.2～0.6程度である。

以上、プレートガーダー橋の主ゲタと床組および床版について、ヒズミの実測値/計算値に関するとりまとめ結果をかかげ、その考察を行なったが、これでプレートガーダー橋の実応力比の傾向については、一応の結論が得られたものと考えられる。

5. 昭和40年度および41年度調査結果の総括

2ヶ年にわたる実橋載荷試験の結果、鋼トラス橋と鋼・単純プレートガーダー橋に関するヒズミとタワミの傾向が得られた。このうち、タワミに関する資料は、橋梁の耐力力ならびに供用荷重をタワミ測定試験などにもとずいて検討しようとする場合に有効に利用しうるのであり、ヒズミに関する資料は、部材のヒズミまたは応力度の面から耐力力ならびに供用荷重を定めようとする場合に役立てることができる。

本課題の方針は後者の場合、すなわち応力計算を主体とする方法に準換するもので、耐力力ならびに供用荷重決定の操作は、基本耐力力算定→諸因子を考慮した基本耐力力の補正→供用荷重決定、の段階をたどる。基本耐力力の補正にかかわる諸因子のうち、もっとも影響の大きいものの一つが「計算応力と実応力との差異」であり、この2ヶ年にわたる載荷試験は、これを明らかにすることが主要目的であった。

いま、トラス橋とプレートガーダー橋についての「耐力力ならびに供用荷重決定方法」の試案を土木研究所において作成しようとするにあたり、これにとり入れうると考えられるヒズミに関する結論的事項を列挙すると、つぎのようである。

(1) 単純トラス橋の実応力

- 1) 主桁各部材の実応力比(実測値/計算値)は、表4.5のようである。

表-4.5 トラス主桁の実応力比

部 材	実 応 力 比	実 用 値*
載 荷 弦	0.5～0.7	0.8
非 載 荷 弦	0.8～1.0	1.0
斜 材	0.8～1.1	1.0
垂 直 材	0.5～1.0	1.0

*実用上、上限値と考えうる値。

- 2) トラス橋の床組部材の実応力比は表4.6のようである。

表 4.6 トラス橋床組の実応力比

部 材	実 応 力 比	実 用 値
トラス橋床組	0.2~0.6	0.6

(2) 単純プレートガーダー橋の実応力

1) 主ゲタの実応力比は、表 4.7 のようである。

表 4.7 単純プレートガーダー橋主ゲタの実応力比

部 位	実 応 力 比	実 用 値 [×]
上フランジ	0 ~ 0.2	(0.8) ×
下フランジ	0.4~0.7	0.8

× 上フランジの実用値はもっと小さくとりうるが、
下フランジの値とあまりかけ離れた値をとっても
無意味であり、実用上は下フランジと等値として
よからう。

2) プレートガーダー橋の床組および床版の実応力比は表 4.8 のようである。

表 4.8 単純プレートガーダー橋床組の実応力比

部 材	実 応 力 比	実 用 値
縦 ゲ タ	0.1~0.4	0.6
横 ゲ タ	0.2~0.6	0.6
床版(主鉄筋)	0.1~0.4	0.6

(3) 衝撃の影響

基本耐荷力を補正する項目の一つに「路面状況」があるが、図 3.4 の実測値からも明らかなように、路面状況の良否が衝撃におよぼす影響は大きいので、供用荷重の決定にあたってはこれを考慮しなければならない。基本耐荷力を求める際の活荷重力度の計算においては道路橋設計示方書に規定された衝撃係数を用いるが、路面が悪い場合には、その程度に応じてさらに基本耐荷力を割引くための係数として 1.0~0.85 程度の値を考える必要があろう。

6. 結 言

2ヶ年間にわたる現橋調査の結果から、1.2にのべた当初の研究目標について、現段階における結論的事項をまとめると、つぎのようである。

(1) 架設年代ならびに構造形式と基本耐力力との関係を明らかにすること。

非合成単純プレートガーダー橋と単純トラス橋とについては、集中的な実橋調査の結果、それらの基本耐力力の現況についてその傾向が明らかになった。すなわち、大正末期から昭和28年頃までの間に架設されたものの傾向をみると、非合成単純プレートガーダー橋については、主ゲタの基本耐力力は大正15年示方書によって設計されたものがL-12～L-19、昭和14年示方書によるものがL-13～L-26の範囲にあり、床組および床版はT-5～T-30とばらつきの範囲が広いが、総じて主ゲタの基本耐力力を下廻っている。

単純トラス橋については、年代による基本耐力力の差は明瞭でなく、この期間内に架設されたもの全般を通じて、主構はL-10～L-30、床組はプレートガーダー橋の床組とほぼ同じ範囲となっている。

全般的に、プレートガーダー橋の主ゲタおよびトラス橋の主構は、大半が現行の1等橋の荷重L-20を下廻るものであり、床組にあつてはT-10にみたないものもかなりあること、とくに床組については、個々の橋梁ごとに、また部材ごとに大きなばらつきのあること、などが明らかになった。

他の橋種形式については、今後における調査資料の蓄積から基本耐力力の傾向が漸次明らかにされるであろうことが期待される。

(2) 供用荷重を決定するための標準的な調査方法を研究すること。

基本耐力力から供用荷重を決定するために考慮すべき因子として1.2にかかげた諸項目のうち、計算応力と実応力との差異、および路面状況の影響に関する実測資料を単純プレートガーダー橋と単純トラス橋とについて得た。その結果、これらの因子については、橋種形式ごとにある程度の実測資料が集積されれば自らおのおのにおける共通的な傾向が明らかになり、基本耐力力から供用荷重を求める際の重要な手がかりが得られるとの見通しが得られた。

単純プレートガーダー橋と単純トラス橋については、これらの因子の影響を数値的に表現することを試み、これらの因子ごとに定められた一定の係数を基本耐力力に乘じて供用荷重を求める方策としたが、このような方法は、将来漸次資料が蓄積されれば、他の橋種形式についても可能であると考えられる。

交通パターン，その他の因子についてはその扱い方が面倒であり，その標準的な調査方法を確立するためには，今後さらに調査・研究を重ねてゆく必要がある。

(3) 基本耐荷力を求める試験方法を研究すること。

現在までに得られた資料についてみるかぎり，載荷試験において実測されたタワミまたはヒズミと基本耐荷力との相関は認められない。従って，試験によって基本耐荷力を求めることは困難と考えられる。