

論 文 紹 介

今月は論文集第130号(41年6月発行) 登載論文としてつぎの4編を紹介いたします。今月紹介した論文に対する討議は41年12月20日まで受け付けます。次号では第131号(41年7月発行) 登載予定論文として下記の5編を紹介いたします。

- 福本 啓士：プレストレスト部材の横ねじ座屈強度
- 後藤 尚男・亀田 弘行：杭基礎上の橋脚の地震応答について
- 岡田 清・西林新蔵・阿部泰三：矩形断面コンクリートばりの曲げねじり強度に関する実験的研究(英文)
- 畑野 正・今野 浩：アーチダムに作用する地震時動水圧の数値解
- 福本 啓士・吉田 博：変動くり返し荷重によるアーチの崩壊

点支承を持ち集中荷重を受けるはり および板の解析

久保慶三郎・吉田 裕

最近、行列によって構造物を解析することが再認識されている。行列による方法は、骨組構造のように個々の構造要素が明確に分離できるような問題に対して特に有利である。板のように連続した構造の場合には、これを多数の基準要素に分解したり、等価骨組構造に置換したり、微分方程式を階差式に展開して解析する。

階差式による方法はこれまで広く適用され実績をおさめているが、集中荷重が作用する場合のように特異点や反曲点の多い問題にはあまりよい精度が得られないということが通説になっている。しかし、荷重を集中荷重に限定すれば、行列によってはりや板の問題を非常に精度よく解析することができる。ここでは、この方法を説明し、これまで「構造力学」の中で別個の問題として取り扱われてきたはりや板の問題を同じ次元で解釈することができることを示す。

(1965.6.7・受付)

[久保：東京大学教授 生産技術研究所]
[吉田：東京大学助手 同]

曲げモーメントを伝える直交アングル 接合部の不完全剛結特性の解法

山崎 徳也・標 木 武

1. ま え が き

不完全剛結骨組構造の解法に関する多くの論文が発表されているが、それらは節点のモーメント一回転角特性(不完全剛結特性)が比例するという根本仮定にもとづく。この特性は主として英米の実物実験に依存し、十分な理論研究はなく、特定接合部に関する Beaufoy & Moharram や Lothers, 久保氏等の研究が認められる

にすぎない。

また、実際の現場における接合部の解析あるいは設計は極端な単純化ないし仮定のもとに行なわれており、理論的に十分厳密な解法はまだ確立されるにいたっていない。

本論文は接合部の弾性変形を解析して、一般的理論体系を確立するとともに、接合部の設計あるいは不完全剛結ラーメン等の解法に資するもので、その第一段階として最も多く見受けられる直交アングル接合部の不完全剛結特性を論じた。

2. 解 法

一般に接合部は曲げモーメント・軸力・せん断力・ねじりモーメントを伝えるが、はりが柱に直角に接合されかつはり軸に関して垂直荷重を受ける場合はねじりモーメントはなく、軸力の影響も微小である。またせん断力の影響も小さく、一応これらを無視し、はりから接合部に曲げモーメント(M_x)のみが働く場合の接合部の弾性変形すなわち不完全剛結特性についてつぎの仮定のもとに論じた。

(a) 接合部は左右対称とする。

(b) 接合部のリベット、ボルトまたは溶接線の変形はなく、各アングルはこれらにより柱またははりと完全剛結されている。

(c) 接合部の柱およびはりは剛体とみなし、その弾性変形は無視する。

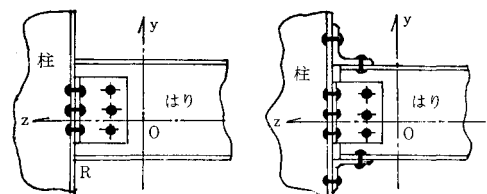
図に示すごとく、はり軸に平行に x 軸、垂直に y 軸、紙面に直交して z 軸をもつ直交座標系(x, y, z)を導入し、接合部の構成アングルを一般にシートアングル m 個、腹部アングル n 個とする。しかるとき、接合部はその変形機構からつぎの2つにわけられる。

(1) はりと柱との間にクリアランスがない場合；ただしクリアランスなくも接合アングルがはり下端以下にある場合を除く(図-1(a)参照)。

(2) はりと柱との間にクリアランスがある場合；ただし前項の除外例を含む(図-1(b)参照)。

(1) はり下端の点 R を中心に回転するとみなされ、(2) は最下端アングルを弾性支承とし、このアングル上のリベット線の中心に回転中心があるものと仮定することができる。

図-1



(a) クリアランスなし

(b) クリアランスあり

各アングルに働く諸力は接合部に曲げモーメント M が伝えられるときの変形状態から考察して、 x, y 方向の 2 力 Z, Y と x 軸に平行な軸をもつモーメント M であり、これらと逆のものがはりに働く。さらに (1) の場合、はりは回転中心点 R で柱からの反力 R_y, R_x を受ける。以上で接合部のはりに働く諸力が明らかとなるゆえ、これらに関するつりあい式が 3 個えられる。

他方、接合アングルに関する幾何学的変形とエネルギー法により算出される弾性変形とを等置することにより、一連の変位に関する条件式をうる。よって、これら力およびモーメントに関するつりあい式と接合アングルの変位に関する条件式とを連立に解くことにより接合部の解析が完了する。

3. むすび

直交アングル接合部に関して、Rathbun の実験ならびに Batho 等の実験があり、本論文ではこれらの実験に用いられた Specimen と同じ諸元を用いて不完全剛結特性に関する理論値を求めた。その結果著者等の理論値は、他の方法による理論値よりきわめてよく実験結果と合致することが認められる。

本論文での解析手法にしたがえば、いままで解析が困難であった接合部の一般解法を容易に行なうことができ、左右非対称な直交アングル接合部や傾斜角を有するアングル接合部、プレート接合部等に任意外力が伝えられ、しかも各取り付けリベット線の変形をも考慮した場合の接合部の弾性変形すなわち不完全剛結特性の理論解が可能となる。

(1965.10.8・受付)

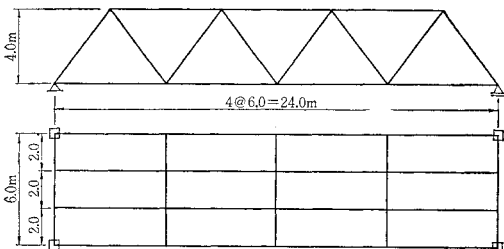
山崎：正会員 工博 九州大学教授 工学部
 樺木：正会員 九州大学助手 工学部

下路トラス橋における床組の主構との協力作用について

児嶋弘行・成岡昌夫

トラス、ないしは、アーチ系の橋梁においては、通常的设计荷重である鉛直荷重が載荷された場合でも、主構に鉛直変位と同時に、橋軸方向の水平変位が生じる。したがって、その床組は、これらの変位に抵抗して、外荷重を鉛直と水平の両面内において分担し、これを主構に

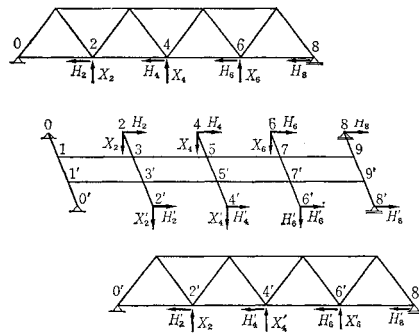
図-1



配分する働きをする。本文では、前者を鉛直荷重配分作用、後者を水平荷重配分作用と呼ぶことにする。

鉛直荷重配分作用は、ほとんどの橋梁形式の床組においてみられるが、水平荷重配分作用は、他の橋梁形式においては認められず、その効果は、載荷弦の軸方向力を減少せしめるのに有効である。この点に注目して、筆者らは、図-1 のような簡単な下路ワーレントラス橋を対象として、その床組上に鉛直方向の単位集中荷重を載荷した場合と、単位分布荷重を載荷した場合とについて、以下のような解析を試みた。すなわち、

図-2



まず図-2のように主構と床組とを切り離れた基本系を考へて、a) 鉛直荷重配分作用のみを考慮する場合、b) 水平荷重配分作用のみを考慮する場合、および、c) 両作用を同時に考慮する場合(厳密解)のおおのの場合について、それぞれ、弾性方程式を立てて解を求め、その解を直接比較することによって、両作用間の干渉の程度を検討して、計算法に対する一提案を行なった。ついで、上の結果から、トラスの全部材力を計算して、床組のもつ荷重配分効果について考察を行なうとともに、縦桁に生じる断面力についても検討した。また、水平荷重配分効果については、実在のトラス橋の載荷実験結果とも比較してみた。

以上の結果を総括すれば、概略つぎのようである。

(1) 計算法について

通常の載荷状態である鉛直荷重に対しては、上述の c) のような厳密解析によって元数の多い弾性方程式を解くまでもなく、a) と b) とから、精度の高い近似解を得ることができる。すなわち、まず a) の弾性方程式を解いて鉛直荷重配分状況を知り、その分配荷重を用いて主構の水平変位を計算して、これを b) の弾性方程式の荷重項として用いて、水平方向の分配荷重を計算するのである。このようにして得られた分配荷重の、厳密解に対する誤差はわずかに 1% 程度である。

(2) 床組の荷重配分効果について

本計算例の場合、鉛直荷重配分効果は、単位集中荷重が載荷された場合の載荷点近傍の中間斜材において特に顕著であり、その斜材の軸方向力の慣用計算値に対する割合は、載荷側で約 70~80%、非載荷側で約 45~65%

であった。

一方、水平荷重配分効果は、一般に載荷弦のみに現われるが、本計算例の場合、慣用計算値に対する下弦材軸力の減少率は、平均約 30% であった。

このように、床組の荷重配分効果は斜材と、載荷弦材とに有効に働らき、その軸方向力を減少させるから、実際の設計計算においても十分考慮する必要がある。

(3) 実在橋にみられる水平荷重配分効果について

単純支持下路トラス橋についての既往の載荷実験結果の中から、二、三の橋について主要部材の応力比(実測応力/計算応力)を示せば、表-1 のようである。

表-1 から、下弦材の応力比が他の部材に比較していちじるしく小さいことがわかる。いま、かりに、水平荷重配分作用によって、下弦材の軸力が 30% 減少したものと、応力比を修正すると、牛立架道橋で 96%、木曾川橋梁で 93%、吉野川橋で 87%、那賀川橋で 70% となって、他の部材の応力比の平均値とほぼ一致する。

以上から、実在のトラス橋において、橋の様式が多少異なっている、平均して約 30% の水平荷重配分効果は、見込んでよいことが推察される。

表-1 既設トラス橋の応力比 (%)

橋種 橋名 部材	鉄道橋		道路橋	
	宝塚線 牛立架道橋	関西線 木曾川橋梁	吉野川橋	那賀川橋
上弦材	—	81~94	100~112	87~93
下弦材	66	59~66	42~71	37~42
斜材	90	76~99	83~99	82~99
鉛直材	89	86~91	77~89	66~103

(4) 縦桁の断面力について

水平荷重配分作用の結果縦桁には、曲げモーメントのほかに軸引張力が生じる。したがって、設計上慣用計算では行なわれない、曲げと引張による合成応力度に対する検討が必要である。分布荷重が縦桁上に満載された場合、計算例について、縦桁を格間ごとに単純桁とみなした慣用計算値に対する、合成応力度の応力比を求めてみるとつぎのようである。すなわち、最大曲げモーメントの生ずる位置では、上下フランジにおいて、それぞれ、75%、104%、また、最大軸応力度の生ずる位置では、59%、110% となり、下フランジにおいて慣用計算値を上まわる。このことは、縦桁の設計上とくに注意すべきことである。

以上、各項について結果の概略を記したが、床組の設計において、上記のほかに、横桁の受ける横曲げに対する検討が必要である点を付記しておく。

(1965.10.20・受付)

[児嶋：正会員 徳島大学助教授 工学部]
[成岡：正会員 名古屋大学助教授 工学部]

高速道路計画論

藤 森 謙 一

本研究は、わが国における高速道路計画のあり方、わが国の特性に即応する高速道路計画、わが国の高速道路の交通工学的特性および今後の高速道路網計画に関する課題を、筆者のささやかな体験を基として展開したものである。

(1) 高速道路計画は、在来ややもすると専門的調査が十分行なわれざる以前に飛躍して、とかく政治性にとらわれた点が見受けられたが、これは計画本来の姿ではない。真の計画とは、人間生活を基盤とした国の総合長期計画にもとづく陸・海・空の総合交通計画を樹立することであり、これに立脚した高速道路計画こそ真の政治・経済・技術が互いに調和のとれた計画となることを力説した。

(2) わが国高速道路計画の足跡をたどり、その特徴を調べ、計画の前提としての制度・財源などの基本問題ならびに建設に付随する主要な問題点につき言及し、高速道路の経済効果測定方法論ならびにこれにもとづくケース・スタディーとして、東名高速道路の静岡県下のルート選定の経過を述べた。

(3) わが国に適應する設計速度・交通容量・登坂車線・インターチェンジ等を考察し、二車線高速道路等の問題をも含め、今後設計に際し地理的条件・気象条件・土地利用状況・用地取得の難易性・予測交通量およびその性格・自動車の性能などの諸因子を考慮し、いわゆる交通工学的分野から適切な計画が行なわれなければならないことを述べた。

(4) 今後の課題として、ばく大な投資をとまらう高速道路計画において、構造基準にもそれぞれの地域に於て上限・下限を考え、できうるかぎり事業費を軽減するとともに、一方では路線の選定ならびに投資順位のきめ方等に計量経済学の導入、すなわち産業連関分析を基にした OR 的手法の活用についての方法論を論じた。

結論として特に強調したことは、在来の高速道路計画においては最適高速道路体系という考え方が足りないうらみがあるので、今後のわが国の高速道路網計画においては、財源および計画達成の順序・期間などを、国力にふさわしいものとするに十分な考慮が払われなければならないし、これを今後の課題として専門的研究が一段と望まれるのである。

なお、本研究では、都市高速道路の問題・トンネル照明等の問題および幾何学的構造の細部の問題等については、これを割愛した。

(1965.11.26・受付)

[筆者：正会員 日本道路公団理事]