

鋼橋技術研究会

設計部会 W/G (Eグループ)

調査研究報告書

コンピュータ時代における橋梁設計

平成15年3月

目 次

1. まえがき	1
2. アンケート分析および考察	2
2-1 設計業務全般	2
2-1-1 アンケート結果（Ⅰ項）について	2
2-1-2 アンケート結果（Ⅱ項）について	5
2-1-3 アンケート結果（職種別、年代別）について	6
2-2 社内教育	23
2-3 成果品の照査	27
2-4 不具合事例	33
2-5 CADの使用	38
3. まとめ	44
3-1 設計業務全般	44
3-2 社内教育	47
3-3 成果品の照査	48
3-4 不具合事例	48
3-5 CADの使用	49
4. あとがき	50
付録	
・ アンケート用紙	51

1. まえがき

設計部会の中に「コンピューター時代における橋梁設計」というワーキンググループが設置されている。目的は、大上段に構えた言い方をすれば、コンピューターが広く普及した現代において橋梁設計とはどうあるべきなのか、あるいは、橋梁設計技術者の理想像とはどのようなものなのか、ということを追求することである。その背景としては、コンピューターの導入によって設計技術が進歩したことは疑いのない反面、逆に弊害も生じているのではないかという認識がある。もし、コンピューターを導入したことによる弊害が橋梁設計の根幹に関わるものであるとしたら、それに対して今後どのような対応を取るべきか真剣に議論しておく必要があると考えている。

以上のような観点から、現在第一線で橋梁設計に従事されている方々を対象にアンケートを実施し、現今の橋梁設計に対して皆さんがどのような認識を持たれているのか、あるいは、橋梁設計の実状について、調査した。次に、アンケートの結果をもとに、コンピューター導入による設計作業の中で、日常おこりえる問題を整理し、解決方法または改善方法を検討し合い、今後の橋梁設計におけるコンピューターとの関わり方について考察した。

アンケートを実施した集計数を以下に示す。

メーカー	54通
コンサルタント	32通
<hr/>	
回答総数合計	86通

2章 アンケートの分析および考察

2-1 設計業務全般

2-1-1 アンケート結果(I項)について

ここでは、アンケート結果の内、全体編のI項“コンピューターを導入したことによって何が変化したか”に対する考察を述べる。図2.1にアンケート結果の分析を示す。

*時間

解析については89%、設計については62%、図面については72%が、速やかになったと感じている。機械的な処理に適した順に割合が高くなっていると考えられる。すなわち、解析はほぼ全面的に計算機に任せることができるが、図面になると必ずしも100%コンピューターに委ねることができない。

設計作業については、設計という言葉は曖昧な面があり、どのような橋梁を対象とするかによって内容が変化することが考えられる。例えば、標準的なプレートガーダー橋の主構造であれば、ほぼ、自動設計が可能であり、一方、標準的でない橋梁については、設計者は技術的な問題点についてかなりの時間を割く必要がある。この場合、計算機の利用は当然としても、計算機が自動的に問題を解決してくれるわけではないので、作業時間の減少は限られたものになる。つまり、設計は計算機による計算とほぼ等しいものと見るか、あるいは、設計とは構造解析をも含むより広範囲な創造作業と見るかによって見解が分かれるものと思われる。

*技術力・能力

高度な解析の容易さについては82%が、肯定的な見解である。これは、上述のことと対応しており、解析については計算機の威力は絶大であり、また、ハード、ソフト共広く普及していることが窺える。

一方、解析および設計の精度については53%が肯定的であり、31%がどちらとも言えないと答えている。これは、精度ということに関しては、技術者の能力が関係してくるためと考えられる。計算機の精度が極めて高いことは言うまでもないことであり、ここでの精度という意味は解析および設計の精度である。解析については、よく言われる、「ゴミを入力すれば、それに応じたゴミが出力される」ということがこの場合も当てはまるし、また出力結果を判断する能力も実際には重要であることと関係していると考えられる。設計の精度については、計算機の精度とは余り関係せず、設計と計算機による計算とは必ずしも同じではないと考えている技術者がかなりいると推定される。

図面の修正の容易さについては、80%の技術者が肯定的な回答をしている。ドラフターを使用した、鉛筆と消しゴムの修正作業に比べて、マウスクリックによる修正作業の方が容易であると多くの技術者が感じているということである。

考える時間については、8%が肯定的であるのに対して、63%が否定的な回答であった。一頃、他の産業分野でもよく言われたことに、計算機の導入によって作業が効率化し、得られた余分の時間で技術者はより考える時間を持てるようになる、というものがあつた。ところが、実際には、そうはなっていないことを上記の回答結果は示している。これは、産業の合理化・省力化あるいは競争力強化という時代の流れの中で、計算機の導入によって得られた時間は考える時間ではなく、より多くの仕事をこなすために使用されているためと考えられる。このことは、会社として厳しい競争の時代を生き抜くためには、当然のことと言えるが、技術者の立場からすれば必ずしも好ましいことではない。また、行き過ぎにより、考える時間がむしろ減少しているのであれば、一考を要する問題と言えよう。

簡単に解析や計算ができるため、解析や検討作業の量がむしろ増えたかどうかについては、79%の技術者がそのように感じていると回答している。このことが、設計の質の向上につながっているのであれば、非常に好ましいことと言えよう。しかしながら、以前であれば、計算機による解析や検討を行うことなく、適切な判断ができたことについてまでも最近では、簡単にできるという理由で検討を要求されているとすれば、これは、望ましいことではないと考えられる。これは、技術者の考える時間を奪うと共に、計算機への依存度を増すことにもなるからである。ある設計の問題点について議論したときに、これは計算機から得られた値だから正しいとある技術者が主張したとすれば、議論は終わりである。一方、力の流れに基づく力学的な観点や過去の経験に基づく知識から議論ができれば、その問題点についての理解が深まり、よりよい橋梁構造が得られ、このことは技術者の能力を高めることにもなるのである。

設計技術者自身の能力が高くなったかどうかについては、ほとんどの技術者が否定的であり、74%がそうとは感じていないと回答している。どちらとも言えないという回答は24%である。設計技術者の能力といった場合、計算機による解析についての能力もその一つである。しかしながら、多くの技術者は、設計という行為をもっと広い範囲にまたがるものであると認識していると推測される。進歩したのは道具であり、技術者としての能力は、道具の能力とは別のものであるという言い方もできるかもしれない。一方、計算機の普及により高度の知識が容易に得られるということで、能力が高くなったと感じている技術者もいるということが、24%のどちらとも言えないという回答に現れたものと推測される。また、設計技術者の能力向上というのは、各個人の努力に負うところも大きく、計算機が普及した故にではなく、それとは余り関係せずに、自分自身の能力が高くなったと感じている技術者も中にはいるのではないかと考えられる。

入社してくる新入社員の設計技術者としての能力については、これは、学校教育の問題であり、計算機の普及とは直接関係しない事項であるが、60%の技術者

が否定的な見解であり、40%がどちらとも言えないと回答している。ただし、これについては、後でもでてくるが、計算機が普及した現状においては、学校教育において力学の勉強は余り重要ではないと考えているということと関係しているとすれば、十分検討すべき問題と言える。

設計成果の保存が容易になったかどうかについては、60%が肯定的な回答であり、23%がどちらとも言えないとの回答である。青焼きやマイクロフィルムによる成果の保存に比べて、ハードディスク、MO あるいは CD での保存の方が、容易であるとのことと考えられる。しかしながら、23%の技術者がどちらとも言えないということは、この分野でまだ解決すべき問題が残されていることを示唆している。

*精度・品質、

精度・品質に関する質問では、いずれも肯定的な意見は少なく、否定的あるいはどちらとも言えないという回答が多かった。

解析の間違いが少なくなったかどうかについては、13%が肯定的であり、45%が否定的、42%がどちらとも言えない、ということであった。計算機が間違いをすることはほとんどないので、計算間違いによる解析の間違いは減少しているはずである。それにも関わらず解析の間違いが減少していると感じている技術者が極めて少ないということは、単純な入力の間違いや出力の的確な判断力不足に起因するものが多いと推測される。もう少し高度な間違いとしては、誤った前提条件に基づく解析もあるものと考えられる。

設計の間違いが少なくなったかどうかについては、5%が肯定的であり、59%が否定的、36%がどちらとも言えないとの回答であった。この場合も、解析についての上述の回答に比べ、より否定的な回答が多くなっている。設計の間違いというのは量というよりむしろ質に関する事項であり、この点に関しては、計算機の普及があまり寄与していないと考えられる。むしろ、計算機への依存度が増したことにより、設計の間違いを発見するという、技術者に要求される基本的な能力の一つが低下していると見ている技術者も多いと推測される。

図面の間違いが少なくなったかどうかについては、否定的な回答が多く、実に、70%に達している。27%がどちらとも言えないとの回答であった。これは、図面の修正作業が以前に比べて決して少なくなっていないということの意味している。手で図面を描いていた時代と計算機による図面の作成と違うところはどこかと考えてみると、以下のようなことが挙げられる。

- ① 前者では、一時に一本の線しか描けないのに対して、後者では、一時に多数の線が描けること。
- ② 前者では、その場その場に合った図面を考えながら描けたのに対して、後者では、ある規則に則ってしか図面は作成できず融通が利かないこと。

③ 後者では、類似の図面をコピーして利用することが多く、新しい条件への修正漏れがあること、

等である。これらのことが上記の回答結果に繋がったものと推定される。

設計の質の向上については、他でも類似の質問がされており（解析や設計の精度の項参照）、結果も似たようなものになっている。14%が肯定的、49%が否定的、37%がどちらとも言えないとの回答であった。この場合も、計算機の普及と設計の質とは必ずしも結びついていないと考えている技術者が多いことを示している。

2-1-2 アンケート結果(Ⅱ項)について

ここでは、アンケート結果の内、全体編のⅡ項“コンピュータ時代における設計に関する一般的事項について”に対する考察を述べる。図2.2にアンケート結果の分析を示す。

*一般的事項

コンピューターを使用すると能力が弱くなる、と答えた人は、どちらとも言えない人を含めると、70%と高く、ほとんどの人が何らかの技術力衰退を感じている。

設計技術者には構造力学や応用力学の知識は必要ない、と答えた人は1%で、大半の人が、その必要性を感じている。その内容やレベルは、各個人により異なるが、“学部で学ぶ程度、すなわち弾性解析や不静定構造、骨組解析が理解できればよし”とする意見が多いように感じた。中には、FEM 非線形解析から動的解析、せん断流理論などの高度な設計技術も知っておくべきである、という意見の人もいた。少なくとも、高度な設計技術の必要性は、職種により異なるのであろう。

解析の中身がどのようになっているのか理解している、と答えた人は35%で、理解していない人18%であるのに比べると、多いように思われる。どの程度理解しているかは別として、“解析でどのような条件で”“どのような理論により”“どのようなアウトプットを必要としているのか”というレベルくらいは、設計技術者として最低認識しなければならない。

簡易な骨組み構造解析より、構造物のモデリングを忠実に行い、FEM解析により設計を行なうべきだ、と答えた人は、わずか5%であった。確かに、実構造物を忠実に、FEMで解析を行なうことにより、有効幅や初等はり理論、せん断流理論に基づく応力度計算を行なう必要はなくなる。さらに、最近解析単価が安くなり、気軽にFEMを流せる環境にもなりつつある。それではなぜ、骨組解析が優先されるのか。考えられる理由は、

- ① アウトプットの評価方法が確立されていない (FEM)
- ② 経済性
- ③ 慣習等

④ 断面力レベルでの評価の容易さ

が挙げられると思う。道示の改定などをきっかけに、技術者に対する自由度が認められるよう、今後期待される。

アウトプットの判断は難しい、という問いに対して、ほとんどの人が難しいと思っている。膨大な量のアウトプットを、人力により評価するには、むろん限界がある。また、そのアウトプットの評価方法も確立しておらず、個人の技術ノウハウに依存しているのが現状である。今後、アウトプットの定量的な評価方法の確立が、いっそう望まれる。

コンピューターは高級算盤の域を出ていないと思う、と答えた人は46%で、CADやCIMといったシステムは、理想でしかないように感じられる。各社による研究、開発が期待される。

設計技術者の能力は以前に比べ向上してきている、と答えた人は、全体のわずか3%であった。この理由の1つに、日常業務上で、設計計算作業の流れが、機械的に処理されていることが考えられる。すなわち、コストの縮減のため、コンピューターによるCADソフトや解析ソフトの利用度合いが、高くなっている。そのため、技術者の判断が、介入する機会が少なくなった。このことは、技術者が実践で、技術を身に付ける機会が減ったことを意味する。しかしながら、わずかな時間でも、できる限り自分で考え、理論づける習慣を身に付けることも、技術者としての使命であると思われる。

新入社員は大学で何を勉強すべきか、という問いでは、コンピューターより、力学を優先して学ぶべきである、と答えた人が多かった。これは、学生のコンピューターの技術力は社会に十分通用するが、構造力学に関する知識の評価は、低いことを意味しているようにも感じられる。

2-1-3 アンケート結果(職種別、年代別)について

ここでは、2-1-1、2-1-2に対し、職種別、年代別の観点から考察する。図2.3～2.4にアンケート結果の分析を示す。図2.5は図2.3～2.4のⅠ. 時間とⅡ精度・品質のデータを基礎とし、全体の傾向を定量的に把握するため、分析したデータである。

*時間

全体の74% (図2.5) は、コンピューターを導入したことにより、仕事(作業)が速やかになったと感じている。職種別でみると、コンサルタントより橋梁メーカーの方が、作業のスピードアップをより感じている。これは、コンサルタント業務では、多種多様な業務検討が行なわれるため、コンピューターによるルーチンワーク化が、できにくいためであると思われる。一方、橋梁メーカーでは、建設省タイプのような、設計照査型が主流であり、初めから構造検討を行なう必要

はなく、過去の類似した工事のデータやシステム（原寸作業への展開）を容易に利用できるため、ルーチンワーク化がしやすくなるのではないかと思われる。年代別でみると、入社1～5年目の若年層のグループでは、作業性が速やかになったと感じている人は、以外に少ないように思われる。この傾向は、特に図面作成についてのデータが影響している。これは、入社1～5年目の若年層は、実際に図面を手で作成した経験が少ないため、コンピューターによる効率化を実感できないものと思われる。一方、6～10年目の技術者はCADソフトが導入された前後の世代であるため、CAD導入による効率化を、最も実感しているという結果が得られたのではないだろうか。21～年目の人のデータは数が少ないため、本データによる評価はできない。

*技術力・能力

職種別において、橋梁メーカーとコンサルタントとで大きく差があったのは、「設計技術者自身（新入職員含）の能力に対する自覚」である。橋梁メーカーでは、65%が、設計技術者の能力低下を感じている。一方、コンサルタントは、9割以上の人々が、技術者の能力低下を感じている。市販ソフトや解析プログラムが、充実していない時代には、技術者自身が創意工夫を重ねて、設計を行なったため、単純なミス防止は元より、技術の発展にもつながったと考えられる。しかしながら、現在のように、市販ソフトや解析プログラムが充実し、かつ時間に拘束されると、どうしても、コンピューターの技術力にたよりがちになり、技術者自身の技術力の低下が生じてくる。特に、コンサルタントは守備範囲が広く、市販ソフトや解析プログラムを使用する機会が多いため、本統計値のようなデータが得られたのだろう。

年代別では、「簡単に解析や計算ができるため、以前に比べ、解析作業や検討作業の量が増えたと感じている」と答えた人は、入社1～5年目の若年層に特に多く、9割以上の人々が感じている。やはり、若年層がコンピューターを使用した業務を、多く行なっていることがわかる。それゆえ、上で述べたように、若年層の技術力の低下が、特に目立っているのではないだろうか。逆に、「設計成果の整理・保存が容易になったと思いますか」という問いに対して、若年層が8割以上容易になったと感じている。これはベテラン層（入社6年以上）の5～6割から考えると、若年層の方が効率よくコンピューターにより、データ管理を行なっているものと伺える。

*精度・品質

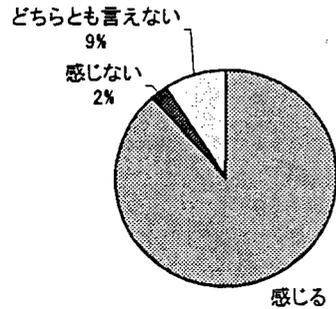
全体では6割（図2.5）の人が、コンピューターを導入したことにより、成果品の精度・品質の低下があると認めている。職種別では、橋梁メーカーよりコンサルタントの方が、成果品の品質低下を感じている。コンサルタントの業務は主に、技術やコストの面から比較設計を行い、最新のノウハウを生かして詳細設計

を行なうことである。最近の技術革新はめざましく、技術のみならず LCC のような新しい概念も導入され、それらを踏まえて比較・検討を行なう必要に迫られている。このような背景から、技術者の守備範囲も広くなり、十分に全体を見る時間がなくなったこと等から、成果品の精度低下につながっているのではないだろうか。一方、橋梁メーカーの設計業務（建設省タイプ）は、基本的な設計照査のチェックや、製作上のディテール、架設補強といったマニュアルに基づいた作業であり、一種のルーチンワークであるため、成果品の品質低下を感じていないのかもしれない。年代別では、若年層（入社 1～10 年）よりベテラン層の方が、コンピューターの導入による成果品の精度低下に危機感をもっている。コンピューターを使用する頻度は若年層が高いにもかかわらず、危機感を感じている若年層は少ない。これは、データ入力をするのが技術者の仕事で、コンピューターがその評価をするものであると認識しているようにも感じられる。いずれにしても、コンピューターは一種の計算ツールであって、それを評価するのは技術者であることを、再認識する必要がある。

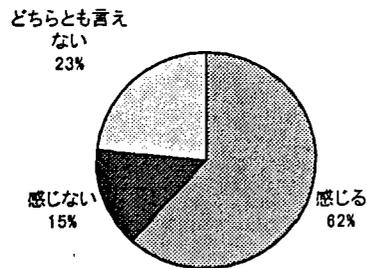
コンピューターを導入したことによって、何が変化したかについてお伺いします。(全体編)

I. 時間

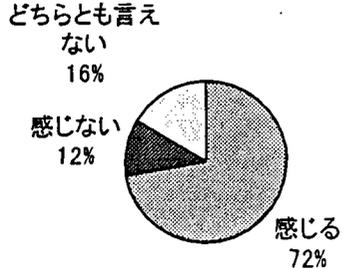
1. 解析作業が速やかになったと感じますか。



2. 設計作業が速やかになったと感じますか。

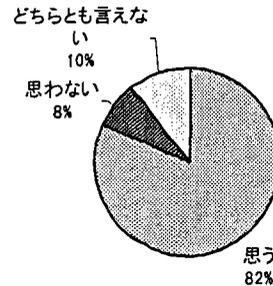


3. 図面作成が速やかになったと感じますか。

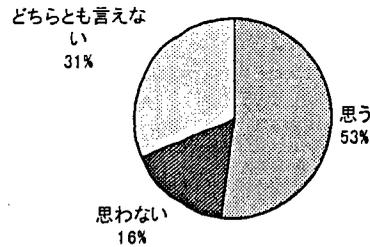


II. 技術力・能力

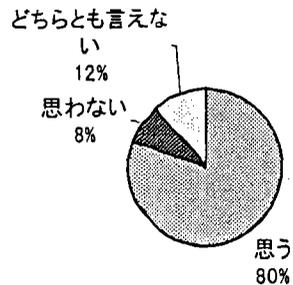
1. 高度な解析(例えば立体骨組み解析やFEM解析)が容易にできるようになったと感じますか。



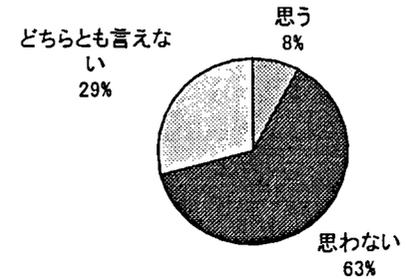
2. 解析および設計の精度が高くなったと感じますか。



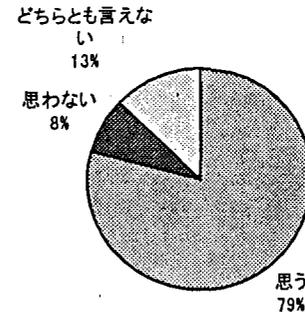
3. 図面の修正が容易になったと感じますか。



4. 考える時間が長く採れるようになったと感じますか。



5. 簡単に解析や計算ができるため、以前に比べ解析作業や検討作業の量が増えたと感じますか。



6. 設計技術者自身の能力が高くなったと感じますか。

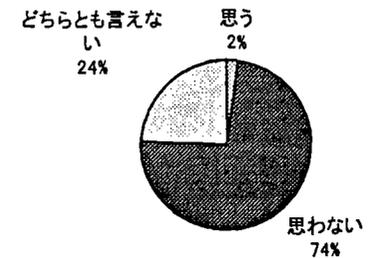
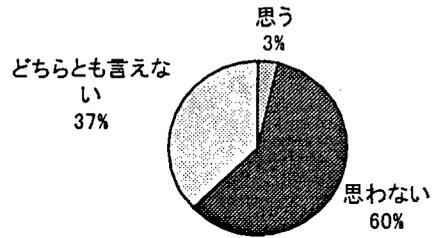
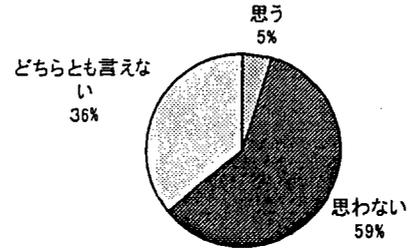


図 2. 1

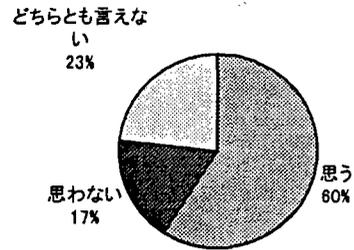
7. 入社してくる新入社員の設計技術者としての能力は高くなっていると感じますか。



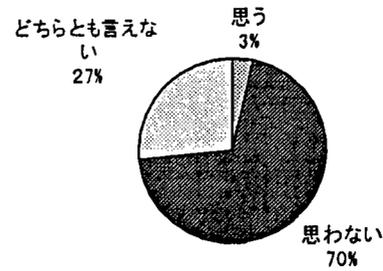
2. 設計の間違いが少なくなったと思いますか。



8. 設計成果の整理・保存(データ管理)が容易になったと思いますか

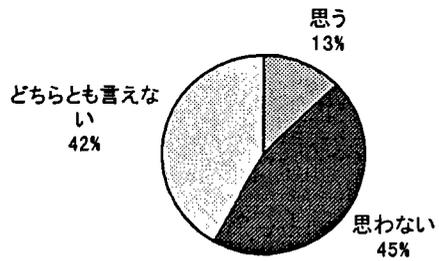


3. 図面の間違いが少なくなったと思いますか。



Ⅲ. 精度・品質

1. 解析の間違いが少なくなったと思いますか。



4. 設計の質が向上したと思いますか。

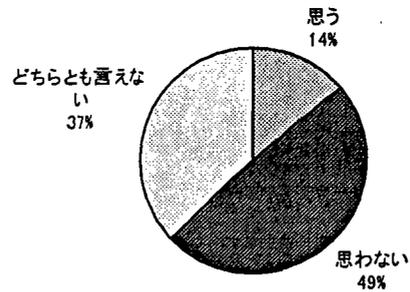
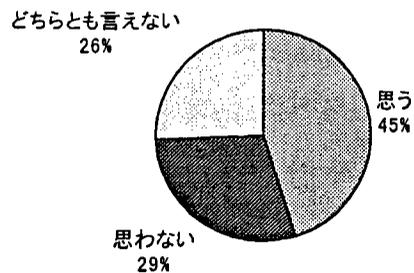


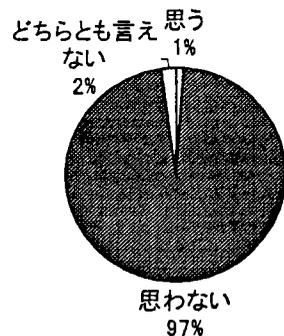
図 2. 1

コンピューター時代における設計に関して一般的なことをお伺いします。(全体編)

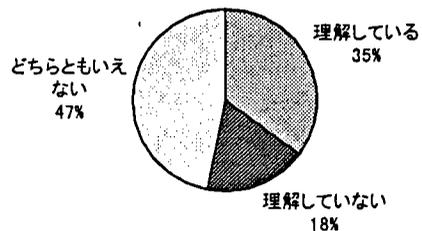
1. 自動車を使用すると足が弱るのと同様に、コンピューターを使用すると脳力(能力)が弱くなると思いますか。



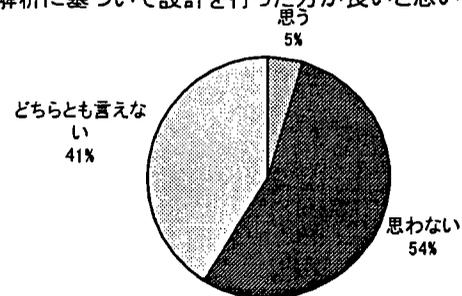
2. 計算はコンピューターがやってくれるので、設計技術者には構造力学や応用力学の知識はあまり必要ではないと思いますか。



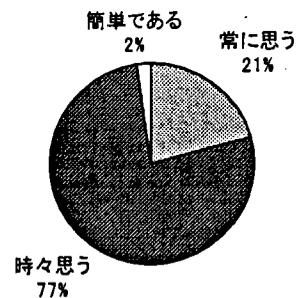
3. コンピューターによる解析の中身(前提条件、解析手法、境界条件、精度、等)がどのようになっているのか理解していますか。



4. 単純化したモデルを用いた骨組み構造解析でなく、実構造を忠実に再現したFEM解析に基づいて設計を行った方が良いと思いますか。



5. コンピューターの計算結果が正しいかどうか判断するのは難しいと思いますか。



6. 現状ではコンピューターは計算の道具に過ぎず、高級算盤の域を出ていないと思いますか。

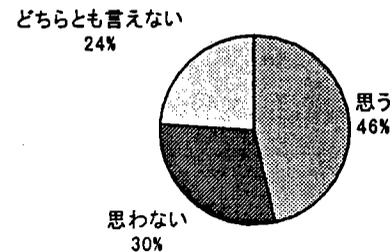
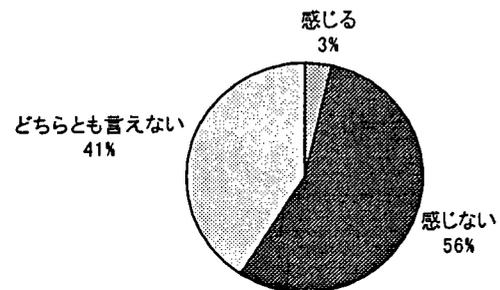


図 2. 2

7. 設計技術者自身の能力は全体的にみて以前に比べ高くなっていると感じますか。



8. 新入社員に対し、大学では何をしっかり勉強してきてもらいたいと思いますか。

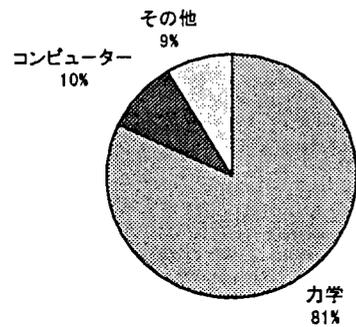
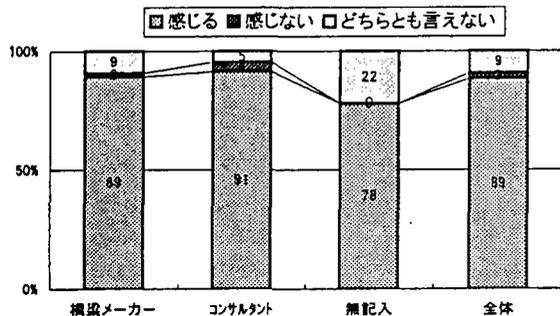


図 2. 2

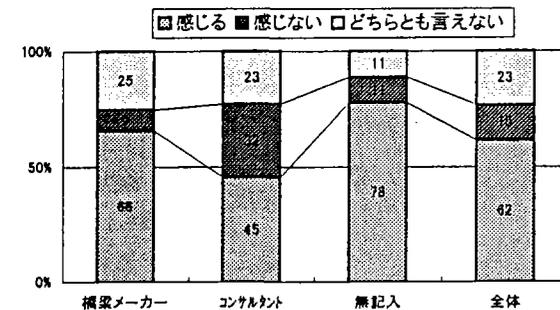
コンピューターを導入したことによって、何が変化したかについてお伺いします。(職種別)

I. 時間

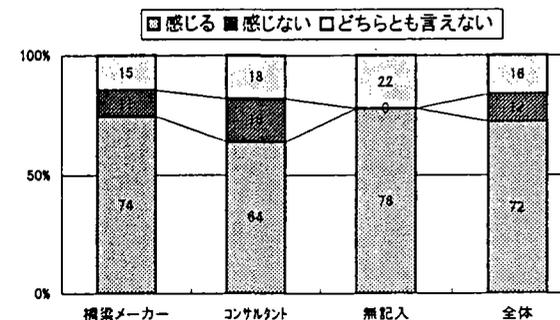
1. 解析作業が速やかになったと感じますか。



2. 設計作業が速やかになったと感じますか。

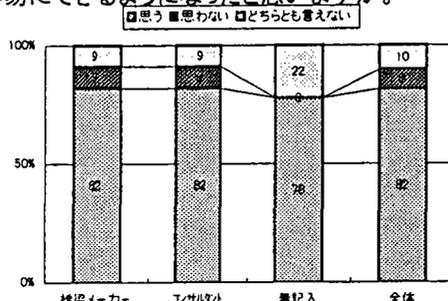


3. 図面作成が速やかになったと感じますか。

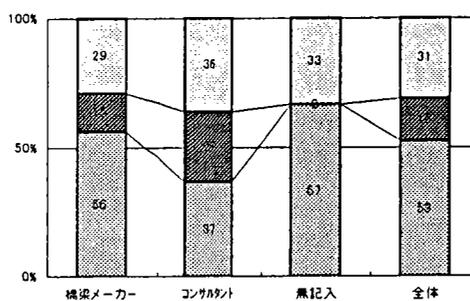


II. 技術力・能力

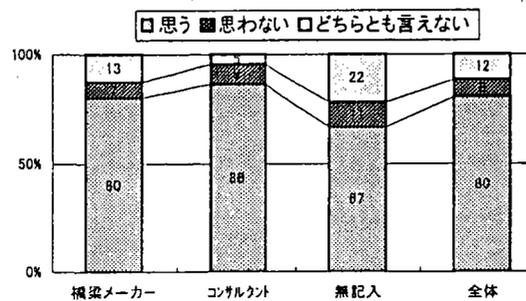
1. 高度な解析(例えば立体骨組み解析やFEM解析)が容易にできるようになったと感じますか。



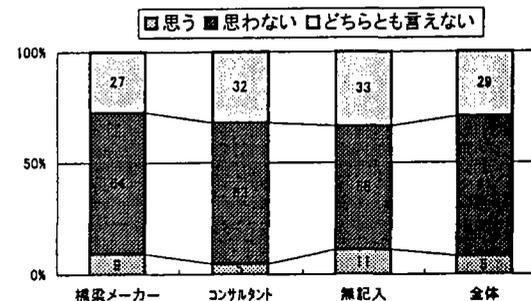
2. 解析および設計の精度が高くなったと感じますか。



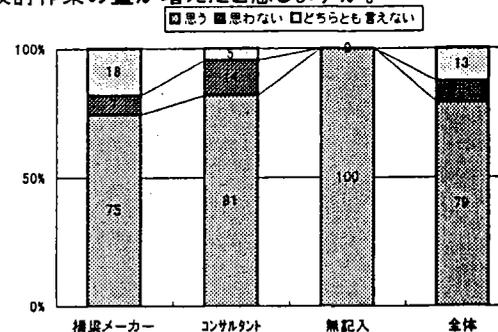
3. 図面の修正が容易になったと感じますか。



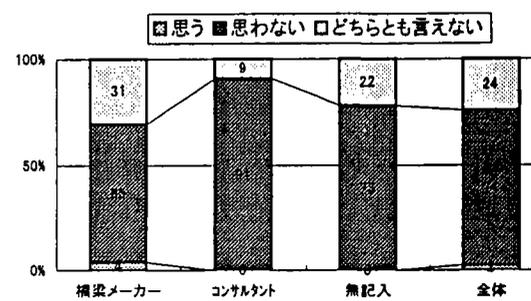
4. 考える時間が長く採れるようになったと感じますか。



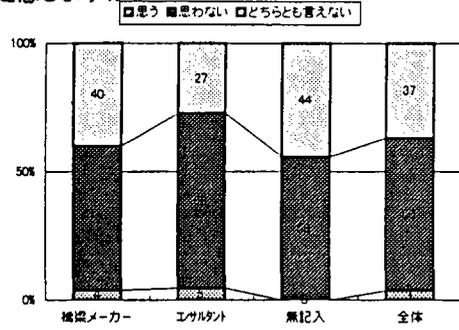
5. 簡単に解析や計算ができるため、以前に比べ解析作業や検討作業の量が増えたと感じますか。



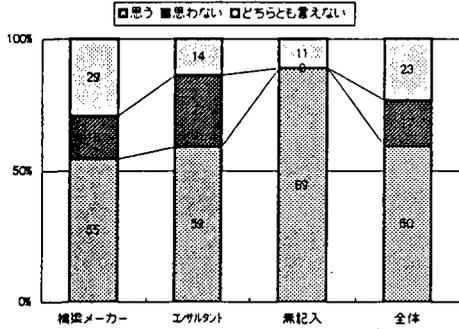
6. 設計技術者自身の能力が高くなったと感じますか。



7. 入社してくる新入社員の設計技術者としての能力は高くなっていると感じますか。

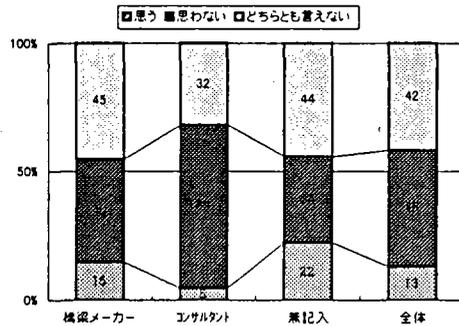


8. 設計成果の整理・保存(データ管理)が容易になったと思いますか。

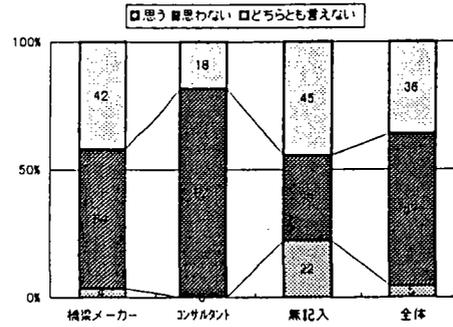


Ⅲ. 精度・品質

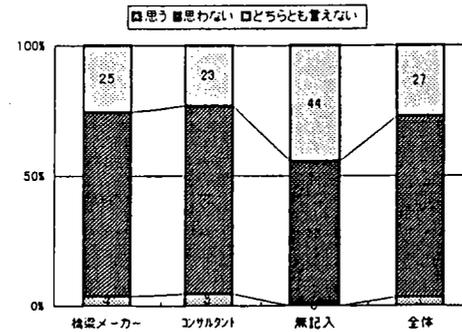
1. 解析の間違いが少なくなったと思いますか。



2. 設計の間違いが少なくなったと思いますか。



3. 図面の間違いが少なくなったと思いますか。



4. 設計の質が向上したと思いますか。

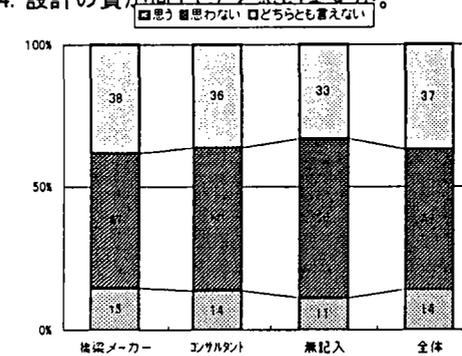
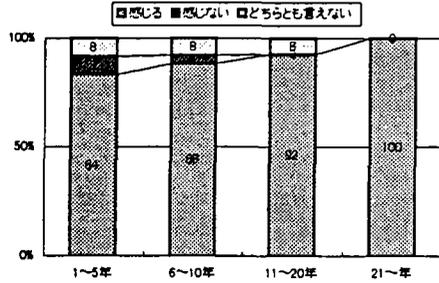


図 2.3

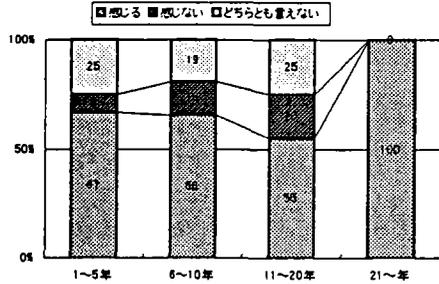
コンピューターを導入したことによって、何が変化したかについてお伺いします。(年代別)

I. 時間

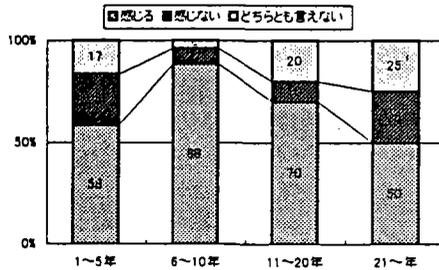
1. 解析作業が速やかになったと感じますか。



2. 設計作業が速やかになったと感じますか。

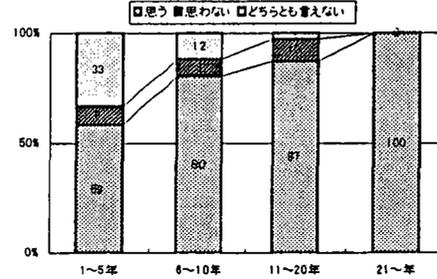


3. 図面作成が速やかになったと感じますか。

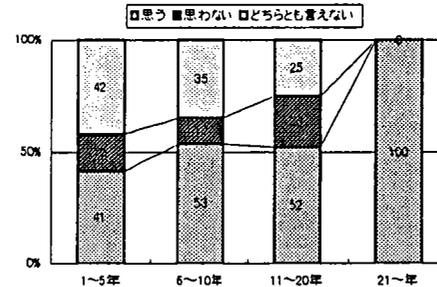


II. 技術力・能力

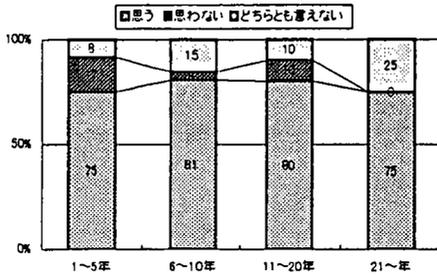
1. 高度な解析(例えば立体骨組み解析やFEM解析)が容易にできるようになったと思いますか。



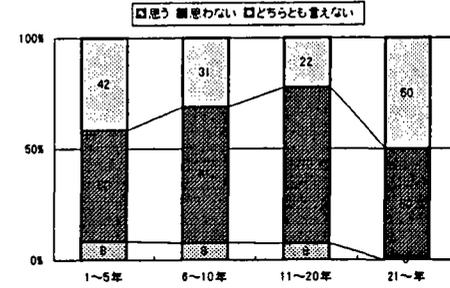
2. 解析および設計の精度が高くなったと思いますか。



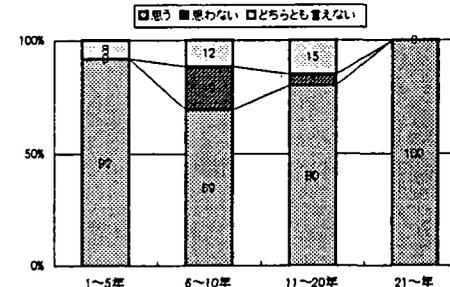
3. 図面の修正が容易になったと思いますか。



4. 考える時間が長く採れるようになったと思いますか。



5. 簡単に解析や計算ができるため、以前に比べ解析作業や検討作業の量が増えたと感じますか。



6. 設計技術者自身の能力が高くなったと感じますか。

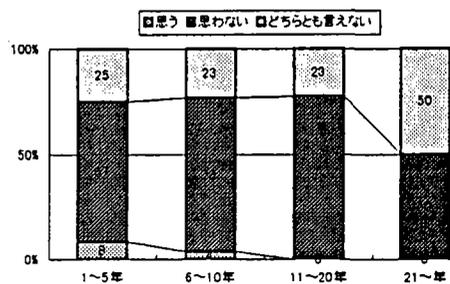
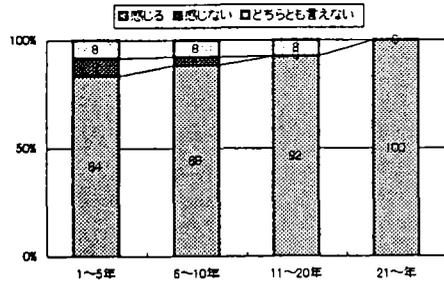


図 2. 4

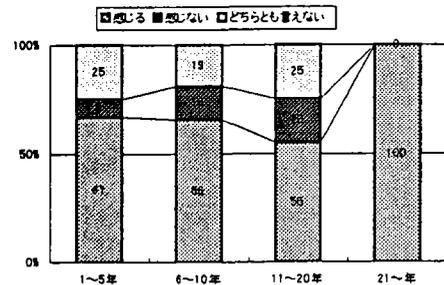
コンピューターを導入したことによって、何が変化したかについてお伺いします。(年代別)

I. 時間

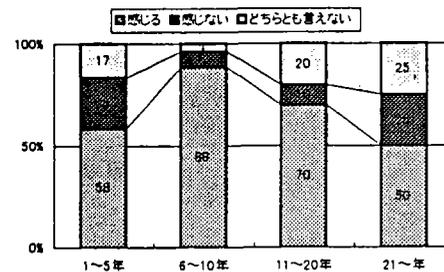
1. 解析作業が速やかになったと感じますか。



2. 設計作業が速やかになったと感じますか。

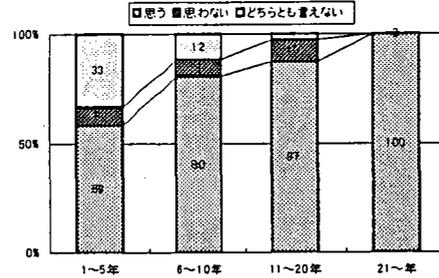


3. 図面作成が速やかになったと感じますか。

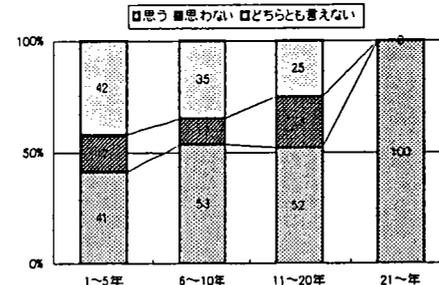


II. 技術力・能力

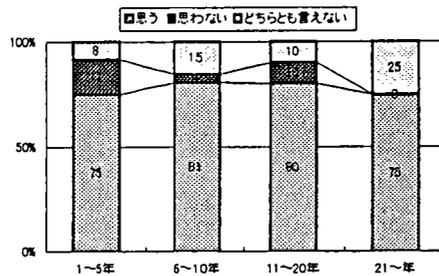
1. 高度な解析(例えば立体骨組み解析やFEM解析)が容易にできるようになったと感じますか。



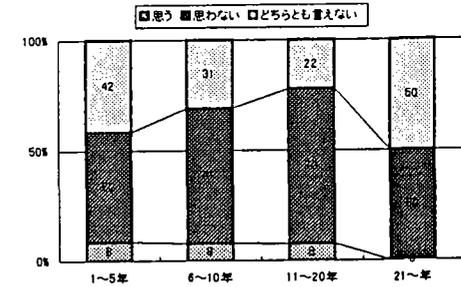
2. 解析および設計の精度が高くなったと感じますか。



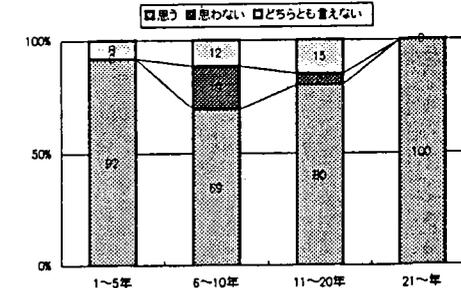
3. 図面の修正が容易になったと感じますか。



4. 考える時間が長く採れるようになったと感じますか。



5. 簡単に解析や計算ができるため、以前に比べ解析作業や検討作業の量が増えたと感じますか。



6. 設計技術者自身の能力が高くなったと感じますか。

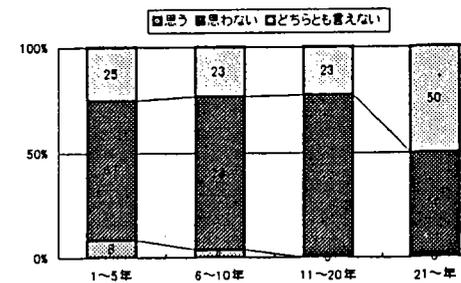


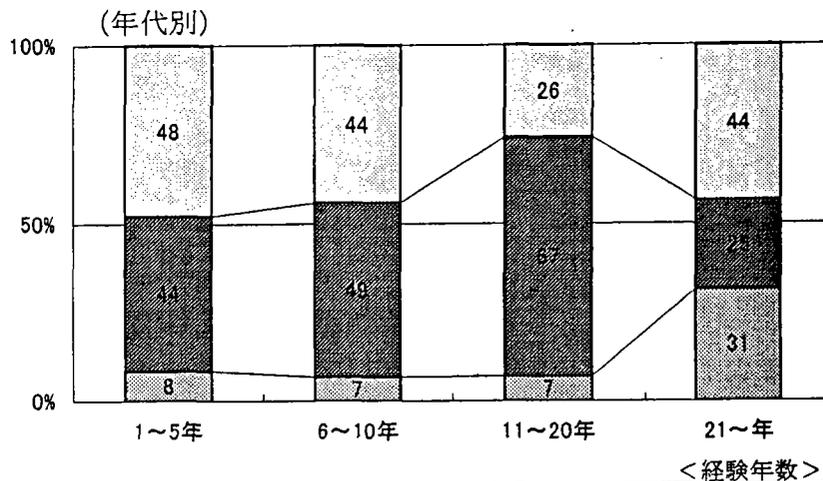
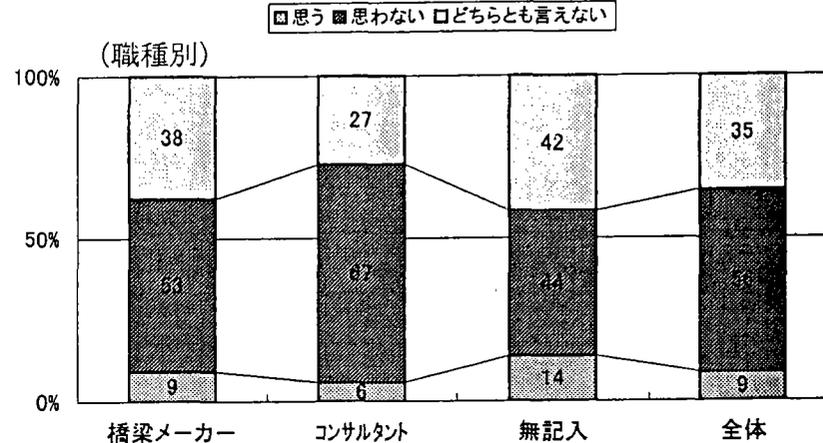
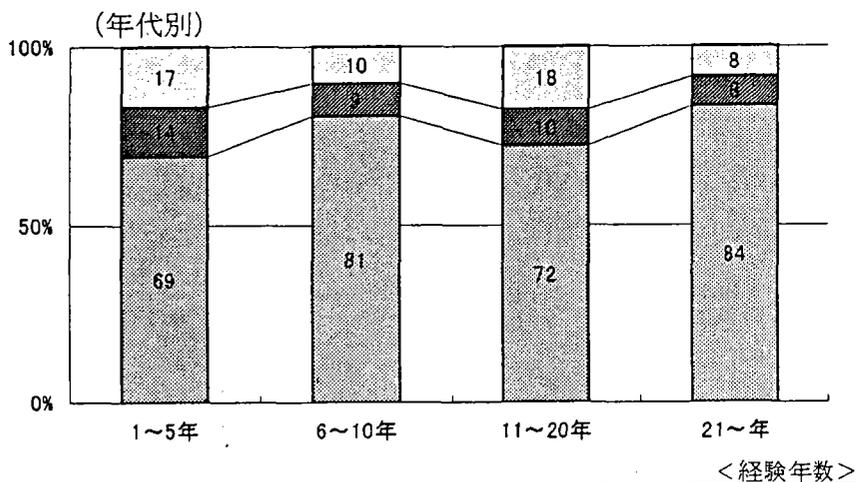
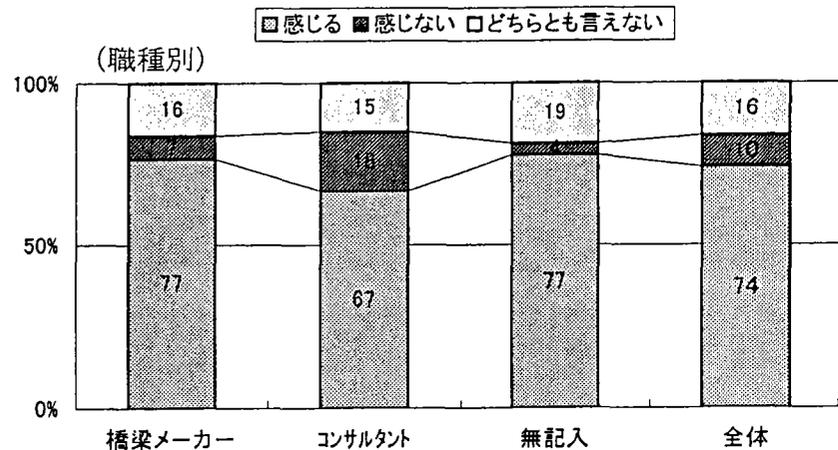
図 2. 4

質問事項

1. コンピューターを導入したことにより、仕事（作業）が速やかになったと感じますか。

2. コンピューターを導入したことにより、成果品の精度・品質は全般的に向上したと思いますか。

データ



評価

- 1) 全体の74%が何らかの作業が速やかになったと感じている。
- 2) 職種別では、コンサルタントより橋梁メーカーの方が作業のスピードアップを感じている。
- 3) 年代別では、経験年数1~5年で”感じる”と答えた人は以外に少なく、経験年数6~10年以上の人が高くなっている。

- 1) 全体では、どちらでもない人を含めると、9割の人が精度・品質の向上につながっていないと思っている。
- 2) 職種別では、橋梁メーカーよりコンサルタントの方が成果品の品質低下を感じている。
- 3) 年代別では、経験年数11~20年の人が成果品の品質に危機感をもっている。

図2.5

アンケートでいただいたご意見を以下に列記する。

I コンピューターを導入したことによって何が変化したか

※ 時間

業種：メーカー

- ・CADによって図面修正は早くなった
- ・不要紙が増えた（入力ミスによる）
- ・作業そのものにかかる時間は短くなっている
- ・図面について、解析と連動する自動作図はまだ橋種が限定されていると思う
- ・作図が速く便利である
- ・時間的には、コンピューターの性能UPにより総合的には速やかになっており、それ自体は何ら問題ない
- ・電算の発達とともに、構造及び検討も高度化しており、結果的に”速やかさ”が享受できないのではないのでしょうか
- ・速やかになった反面、コピー機能等に起因する単純なミスなどが発生しているのが現状時々ある
- ・単純な計算・設計が非常に効果的
- ・一つの作業は確実に早くなっているが、準備、段取り、操作に時間をとられてトータルの時間では、それ程かわってないと思う。致命的ミスをミスと感じていない。
- ・速くはなったがやる内容が増加しており業務は増えた（内容のレベルアップ）
- ・標準的な形式の橋梁については、特に問題がなく短縮されたと感じます
- ・ソフトとハードを維持するためのPowerが必要になった
- ・図面作成について、自動設計の場合は早いですが、自動設計にのらない小規模橋梁の場合は遅い

業種：コンサルタント他

- ・その分、作業が増えて、時間が短くなったわけではありません。
- ・コンピューターが安価で高性能になったことによって、非線形動的解析やFEM解析等を行うことを義務づけられるようになり、時間的なものは短縮できていない。

業種：無記入

- ・入社時にはすでに導入されていたため、従来がどれほどなのかよく分かりません。
- ・余談ですが、作業そのものは早いと思う反面、コンピューターを使いこなす点では時間がかかっているように思います。

※ 技術力・能力

業種：メーカー

- ・解析結果を安易に信じすぎる
- ・詳細設計業務付の受注であればCADでの図面作成になるため修正は容易であると言えると思います。検討項目が多い工事も少なくなき、工期としても短縮の傾向にあり考える時間として長いとは思えない。
- ・時間が短縮された分多くの検討を求められる傾向にあり、アウトプットが大量となりチェック、整理、分析、考察の質の確保が困難
- ・考える時間の絶対量は増えていると思うが、手計算をしながら考えていく方が計算のストーリーは理解し易い。
- ・解析および設計の精度に関しては、モデル化の応用が効くようになったことで、それを使いこなすことができれば、それなりのものが得られるようにはなったと思う。
- ・複雑な解析とかも簡単にできるようになってきたが、それらの結果を評価できる人を養成していく必要がある
- ・コンピューターは設計を行う上では、あくまでも手段であって、設計者自身の能力とは別と考えている。(高度な解析を行うにしてもある程度結果を予測できる能力を身につけていないとダメだと思われる。)
- ・設計者に必要な資質のうち、直感性が極端に悪くなっている。つまりアナログ思考ができていない
- ・保存資料がコンパクトになった
- ・コンピューターをツールとして、いかに有効に利用するかが重要と考えます。
- ・個人管理により、会社としてのノウハウを維持するのが大変になった。

業種：コンサルタント他

- ・処理能力の向上は感じられる
- ・コンピューターはあくまで道具、使いこなさなければ意味がない、ブラックボックス化は困る
- ・技術力、能力は個人差がある。又、コンピューターやソフトは道具であるため、使う人によって、結果のデキについては差が生じる。従って単に作業性が向上したか否かは判断できない。
- ・動解など難しい計算が容易になったため客先からよく求められる。保耐の照査で充分なはずなのに、動解をやらざるを得なくなり、解析費用(外注費)がかさむのがきついです。
- ・ミクロ的な判断しか見えなくなっている。マクロ的なセンスは設計者として身につけるべき能力である。

業種：無記入

- ・解析条件の設定や、アウトプットの検証が大切なはずだが、量が増えたことと、やり直しが容易になったことで手抜きが増えたのでは？
- ・ソフトが未熟である

※ 精度・品質

業種：メーカー

- ・入力する人の能力に左右される場合があると感じる
- ・インプットは人間による手作業、判断に拠るものもある為、結局の所、設計者の能力に左右されると思います。
- ・アウトプットが正しいと思いがち
- ・特に解析に対しては、解析結果をうのみにする傾向がある
- ・計算の質はまだまだ設計者の質に左右されるところが大きいと思う。(入力間違えなど)
- ・手計算のミスは減ったが、逆に表計算等のコピーペーストで誤りが生じていることが多い。構造をわかった人が図面をかくのではなく、CADを扱える人が図面を書くようになってきており、図面を書く上での根本的な誤りも多く見られる。
- ・不必要な精度(数字桁数)が高くなっている、精度が高いのと本質が良いのでは、意味が違うと思う。
- ・解析結果の内容分析が難しい、異常を出力できるソフトがあればより望ましい
- ・コンピューターはあくまでもツールであると考えます。
- ・ブラックボックスのため、信頼性に欠けることがある。

業種：コンサルタント他

- ・判断能力が問われる
- ・一つのソフトが出荷されてからのプログラムミス等によるバージョンアップの回数が、多い場合があり、この場合、設計レベルで間違いを発見するときに困難である。
- ・計算自体は早くなったと思うが、評価するのは人間なので、計算処理能力と精度は必ずしも比例しないと思います。
- ・設計ミスのお聞きかと思いますが、ミスはそのようなところでは発生していない。もっと根本的なところでは。

業種：無記入

- ・結局は人の判断に依るところが大きい
- ・コンピューターで効率が上がった分を質の向上に振り向けているのかは疑問

II コンピューター時代における設計に関して

新入社員に対し、大学では何をしっかり勉強してきてもらいたいのか

業種：メーカー

- ・設計をプログラムで計算させずに行える実力
- ・影響線とは何か？基本的な梁計算はどのように解くのか？
- ・材料力学
- ・どこに最も大きな力が生じるか等、力学のフィーリング
- ・静定系の断面力・応力度の算出まで
- ・文章力
- ・一度は手計算で解いた方がよい
- ・構造力学
- ・単純梁の断面計算程度
- ・力学：不静定構造物の手計算による算出能力
- ・構造力学 I
- ・基礎的な力学、応用的な部分は入社後でも可能
- ・教科書程度、また大学での教育内容を現実に近いものに移行する
- ・力の働く方向？
- ・マトリックス構造解析論
- ・少なくとも静定構造の手計算ができ、不静定構造の計算概要は学んできてもらいたい
- ・学部の構造力学
- ・力の伝達、単純梁
- ・一般的な構造力学
- ・力学：簡単な構造で、手計算できるレベル。コンピューター：ワークステーションの基本コマンドとその操作。
- ・基礎的な構造力学
- ・梁理論
- ・教科書程度で良い
- ・最低限としては、静定構造物であるが感覚的な目を養うためにも不静定構造物も扱うべきである
- ・梁や柱について理解したほうが良い。
- ・一度は自分で設計できる程度
- ・基本的なレベルで良い
- ・コンピューターはできて当たり前。力学は最低梁部材のモーメント図やせん断力図を構造系と荷重条件ですぐにかけられる程度は必要。最低限ではないが、FEM等の経験があり、力の流れや伝達経路が構造系をみてわかるようなおさらよい。
- ・単純梁、片持ち梁等の曲げ、せん断力の算出程度
- ・構造力学と薄肉構造物の基礎は必須
- ・力学解析と実構造物の変位、応力との対応関係の理解
- ・不静定構造
- ・弾塑性学
- ・単純梁の曲げ、ねじり、せん断等、構造力学
- ・基礎的な構造力学
- ・基礎力学
- ・工学全般に関する基礎知識

業種：コンサルタント他

- ・力学の基礎を理解せずにいる人もいますので、最低大学の内容程度
- ・基礎学問、英、数、力学、社会
- ・骨組構造解析理論と振動学
- ・連続桁影響線程度はわかってほしい。
- ・M図、S図くらい感覚的に判断できる程度
- ・下資料があれば、特に説明もなく報告書、検討資料の作成が出来る。
- ・静定構造物の断面力の算出、応力とひずみについての知識
- ・大学で習った基本レベルの知識
- ・応力、ひずみ、変位、曲率等の概念

業種：無記入

- ・静定構造
- ・単純桁の設計（手計算）、静定梁の計算
- ・基本的な事項でOK
- ・梁理論、および解析手法

2-2 社内教育

ここでは、アンケート結果の内“社内教育”に対する考察を述べる。

新入社員の研修期間は3ヶ月程度との回答が最も多く、約半数程度である。

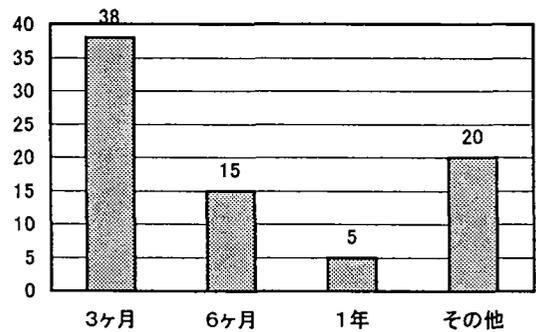
研修期間内での目的は各社異なっているが、社内全体の業務の流れを把握させることに重点を置き、その後、実務を行いながら指導しているようである。

構造解析の演習については、橋梁メーカーでは76%、コンサルタントでは64%行っているとの回答である。また、設計演習については、橋梁メーカーでは、手計算が71%・コンピュータ計算が75%行っているとの回答があった。一方、コンサルタントでは、手計算が36%・コンピュータ計算が59%行っているとの回答であり、橋梁メーカーより下回っている。これは、橋梁メーカーは構造物を造る、コンサルタントは構造物を計画する、この立場の違いによるものであると思われる。

2-2-1 アンケート調査結果

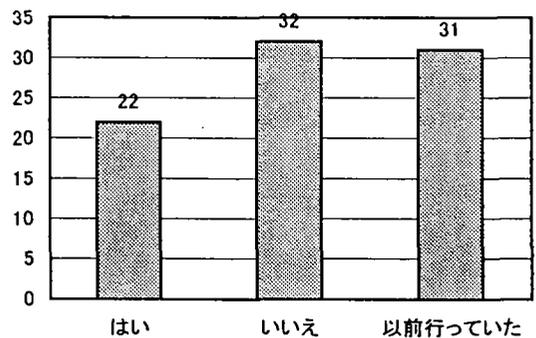
1. 研修期間はどのくらいですか。

	橋梁メーカー	コンサルタント	無記名	回答合計
3ヶ月	24	9	5	38
6ヶ月	11	2	2	15
1年	4		1	5
その他	12	8		20



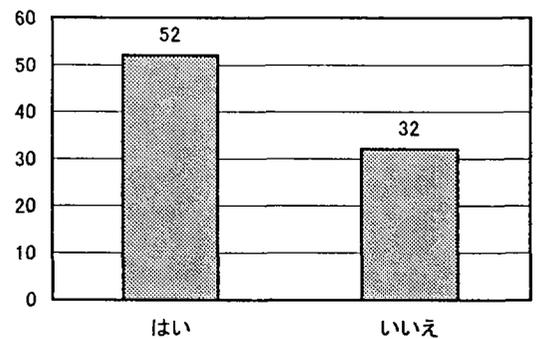
2. 文字練習を行っていますか。

	橋梁メーカー	コンサルタント	無記名	回答合計
はい	16	3	3	22
いいえ	23	6	3	32
以前実行	16	12	3	31



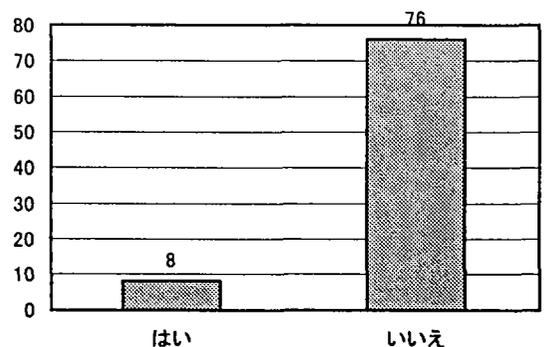
3. 図面の作画を行っていますか。

	橋梁メーカー	コンサルタント	無記名	回答合計
はい	34	12	6	52
いいえ	20	9	3	32



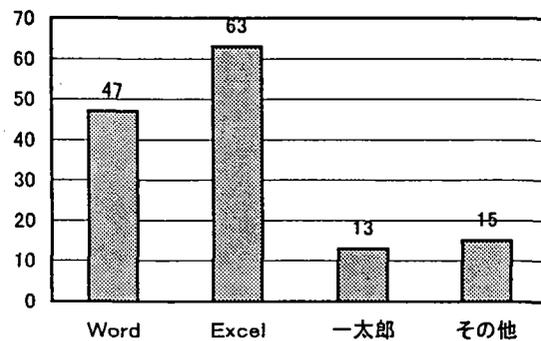
4. 橋梁模型の製作を行っていますか。

	橋梁メーカー	コンサルタント	無記名	回答合計
はい	6		2	8
いいえ	47	22	7	76



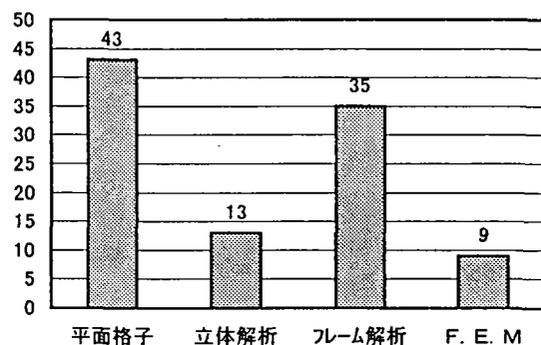
5. パソコン演習は、どのような種類を行っていますか。

	橋梁メーカー	コンサルタント	無記名	回答合計
Word	25	16	6	47
Excel	36	19	8	63
一太郎	9	2	2	13
その他	12	2	1	15



6. 構造解析は、どのような種類を行っていますか。

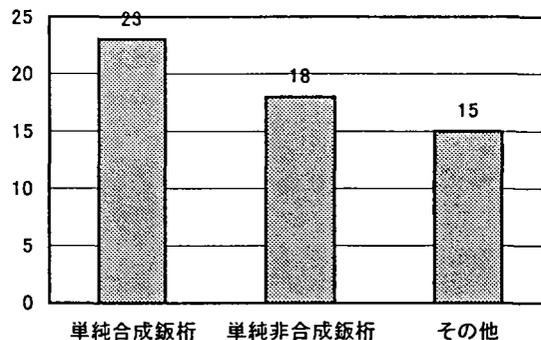
	橋梁メーカー	コンサルタント	無記名	回答合計
平面解析	29	9	5	43
立体解析	6	5	2	13
フレーム解析	24	7	4	35
F. E. M	5	3	1	9



7. 設計演習は、どのような種類を行っていますか。

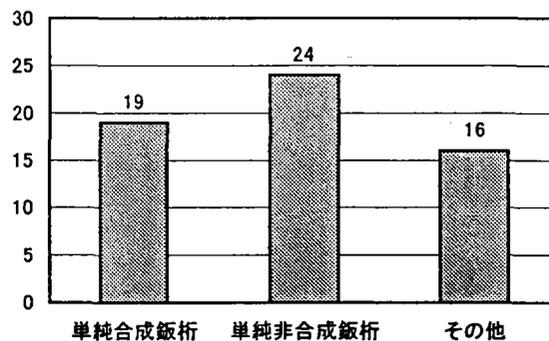
(a) 手計算の場合

	橋梁メーカー	コンサルタント	無記名	回答合計
合成桁	19	2	2	23
非合成桁	11	5	2	18
その他	11	4		15



(b) 電算の場合

	橋梁メーカー	コンサルタント	無記名	回答合計
合成桁	14	3	2	19
非合成桁	15	7	2	24
その他	10	5	1	16



8. どのような点に重点を置き指導を行っていますか。

- (1) 設計業務の流れを把握させること。
- (2) 設計計算の流れ・仕組みを理解させる。
- (3) 入出力値の整合性評価（例えば、アウトプットデータの確認）。
- (4) 外注に指示できるようにチェックポイントの押さえ方について。
- (5) 主に溶接に関して。
- (6) 電算化に対するチェックポイント（例えば、手計算で確認する）。
- (7) 道路橋示方書の理解。
- (8) どちらかというと、ソフトの使い方になっている。理論は独学で。
- (9) 設計条件の設定。
- (10) 判断基準を明確にする。
- (11) 図を多く書くようにする。すぐに資料を作成する。
- (12) 技術者としてどんな道を歩みたいか確認して指導に役立てている。

9. 入社年数別に教育・指導を行っていますか。

- (1) 設計・工場・現場等へのローテーション
- (2) 研修の大半が鉄鋼メーカーとしての研修に片寄りがちなので、橋梁技術者としてのOJTに力を入れようとしている。
- (3) ルーキー：橋梁の全般、中堅：専門知識・コンクリート関係、ベテラン：専門知識・技術士
- (4) 入社3年までの係員に簡単な応力計算を、土日の休みを利用して定期的にやらせている。
- (5) 社外講習会等。
- (6) 現場が主体になっている方に対しての設計教育。

10. 資格試験に関してどのくらいの期間、技術指導を行っていますか。

	回答合計	
技術士	21	実施期間・内容は異なる。
一級土木施工管理技士	21	
PC技士	7	

2-3 成果品の照査

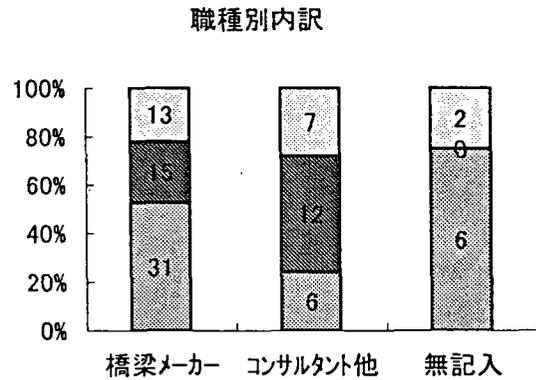
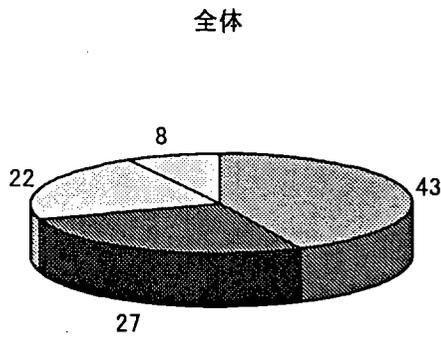
ここでは、アンケート結果の内、“成果品の照査”に対する考察を述べる。

アンケート対象業務（線形、解析、設計）については、全体の43～63%がチェックシートなどを用いて成果品の照査を行っている。最近では、メーカー、コンサルタントの業種を問わずISOを取得する業者が多くなり、チェックシートを用いることが一般的になってきているものと思われる。

アンケートされた様々な意見から考察するに、チェックシートを用いたチェックは必要最低限のものであり、全般的なチェックとして類似橋梁との比較や複数人あるいは経験者によるチェックが必要かつ有効と思われる。

【アンケート結果】

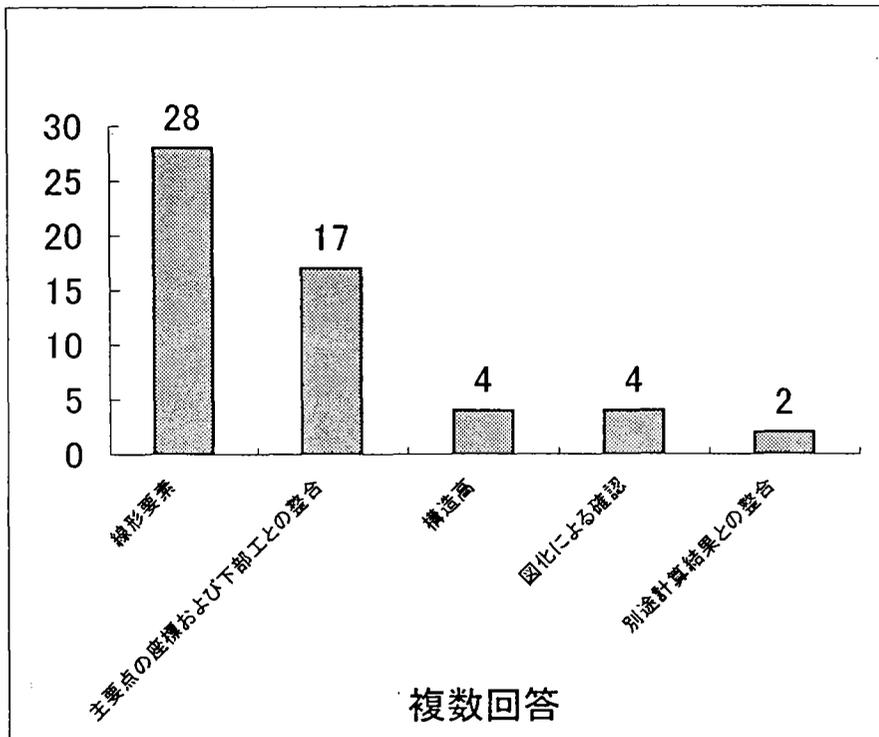
1. 線形業務についてチェックシートを作成していますか。



□はい ■いいえ □要求があれば作成する □回答なし

□はい ■いいえ □要求があれば作成する

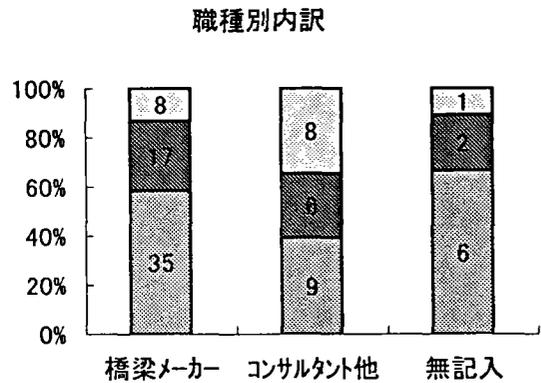
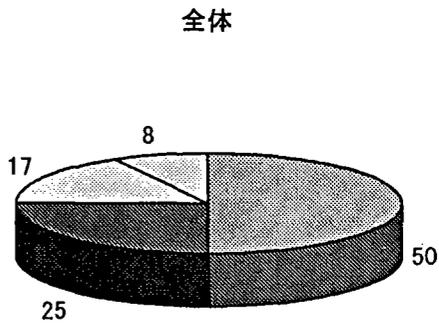
チェックシートを作成する場合の照査内容（要求があれば作成する場合を含む）



チェックシートを作成しない場合の照査方法

- ・ 別の人に別プログラムを使って線形作業をやらせる。
- ・ その部度、照査項目を決めて照査する。
- ・ 経験者による照査
- ・ 基本設計との対比
- ・ CADにおとして目で確認
- ・ いくつかをピックアップして照査をしてみる
- ・ 設計担当と上司による見直し。（要素確認→入力データチェック）
- ・ 隣接工区との確認
- ・ 個々にチェックを行うが、関連会社である照査機関でも行っている。

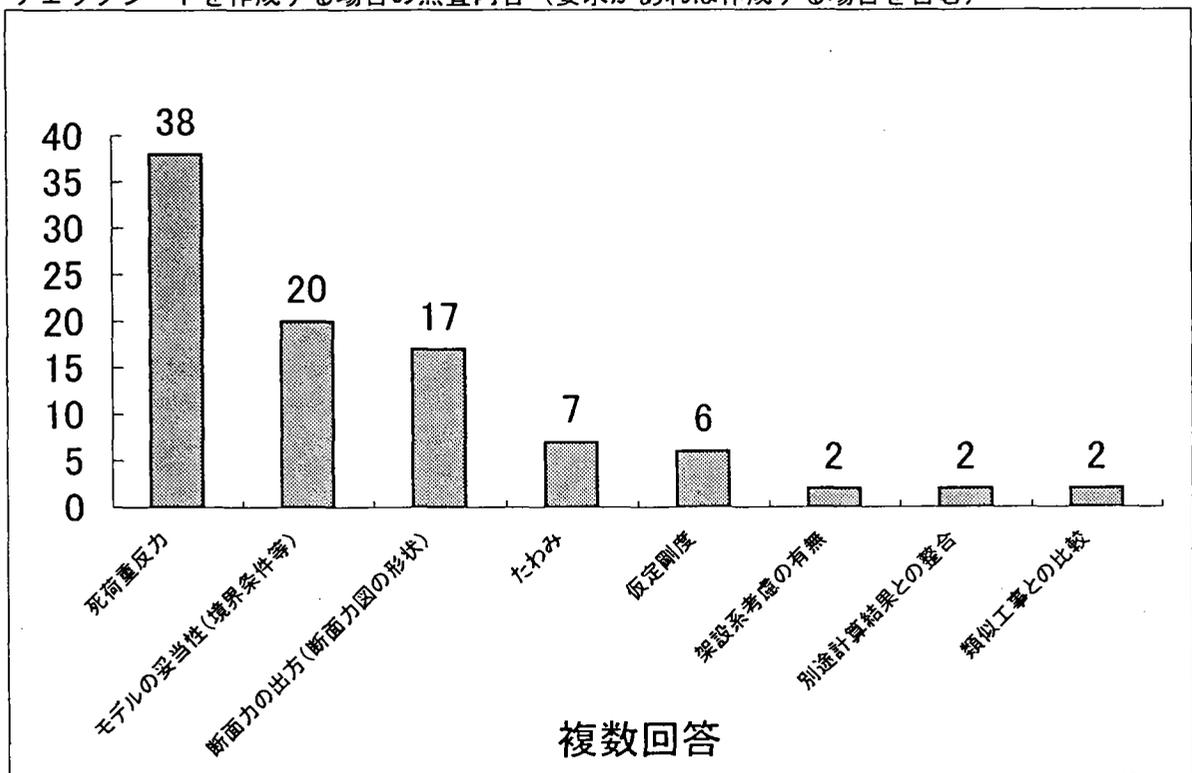
2. 解析業務についてチェックシートを作成していますか。



□はい ■いいえ ◻要求があれば作成する ◻回答なし

□はい ■いいえ ◻要求があれば作成する

チェックシートを作成する場合の照査内容（要求があれば作成する場合を含む）

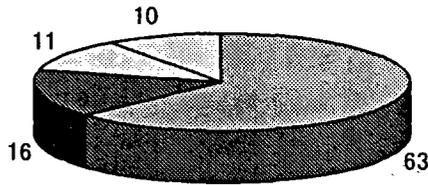


チェックシートを作成しない場合の照査方法

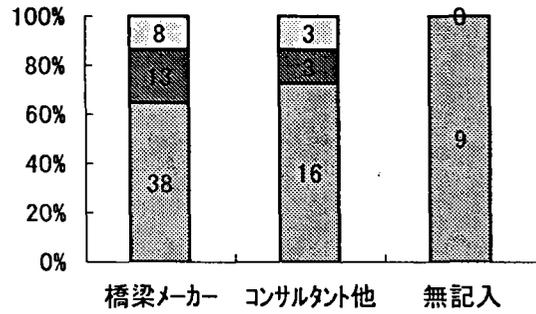
- ・ 別方法により照査する。
- ・ その都度、照査項目を決めて照査する。
- ・ 同様の既成品品との比較による。
- ・ 過去の類似解析例との比較。経験者による照査等
- ・ 特にチェックシートは使用せず、インプットとアウトプットの妥当性をチェック
- ・ 計画担当者が出力内容チェック

3. 設計業務についてチェックシートを作成していますか。

全体



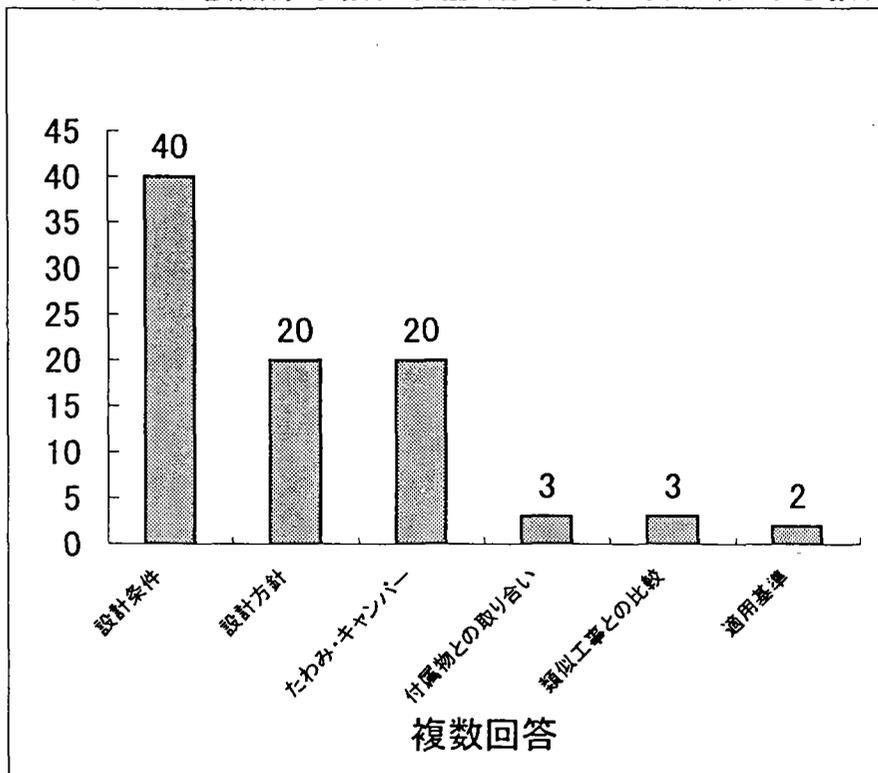
職種別内訳



□ はい ■ いいえ □ 要求があれば作成する □ 回答なし

□ はい ■ いいえ □ 要求があれば作成する

チェックシートを作成する場合の照査内容（要求があれば作成する場合を含む）



チェックシートを作成しない場合の照査方法

- ・ その都度、照査項目を決めて照査する。
- ・ 経験者による照査
- ・ 計画担当者が出力内容チェック
- ・ 総合的チェック

4. 社内等で取り組んでいるチェック体制

業種：メーカー

- ・ 材料手配・製作図・主要な疑議について設計責任者が審査を行う。
- ・ 過去の教訓より間違え易い項目についてもチェックシートに盛り込んでいる
- ・ 付属物の構造、架設方法と設計計算との考え方が一致しているか、ブロック重量・ブロック長等輸送に関する事項
- ・ 第三者を取り入れた問題提起、妥当性確認、問題のつぶし込みを行っている。
- ・ ISOでチェックシートを作成し、部内の者全てが最低のチェックレベルを確保している
- ・ 受注金額によって幾つかのランキングを設定しています。大型の部材については、外部への委託も行っています。
- ・ 各形式別に上記の線形、解析、図面の内容について細かなチェックリストを作成し、担当者はそのチェック結果について上司に報告。
- ・ 失敗事例集の活用
- ・ 作業標準は整備されているが、あまり活用していない。[時間的な制約が有り、また新入社員ではないので、ある程度重要項目は理解しているつもり？本当は活用した方がよいとは思いますが。]
- ・ ISOによる妥当性の確認など
- ・ ISOによる設計審査（担当者、設計責任者（課長）によるが、必要に応じて工場、工事を交えて）
- ・ ISOの要求事項にもあることから、今後取り組む予定です
- ・ 段階ごとに設計・製作・架設合同会議を行う。
- ・ 架設計画書作成完了時に社内安全審査を行う
- ・ ISOにより成果品を部外に提出（工場へ、客先へ）管理職により審査、承認を行っている。
- ・ 仮組み立て時の本検査前に設計関係者によるチェックを行う。(チェックシートを使用し、確実にチェックした記録を残す。)
- ・ 成果品（図面、計算書）を別のセクションの技術者がチェックしている
- ・ 社内で使用しているチェックシートを外注業者に貸与し、チェックをさせている場合もある。
- ・ 上司によるチェックシートのチェック等
- ・ 各種チェックシートによる個別チェックの有無の確認
- ・ 受注後、材料手配時、図面出図時にチェックしている
- ・ 要所要所で管理職のチェックを受ける

業種：コンサルタント他

- ・ 役所指定のチェックシートに沿って行う、DR、設計審査によって常識的、経験的に判断する
- ・ ISOを取得しましたので品質システムの向上のため設計の各段階において、レビュー・検証を行う
- ・ 下部工の設計条件、安定計算、構造計算
- ・ 数量関係は、朱書き訂正したものを一緒に提出する。
- ・ 統計的手法を用い、実績値などとの比較を行っている。
- ・ 最低3回の第三者のチェック：全業務、照査室によるチェック：詳細業務
- ・ ISOによる取り組み、上下部工の反力伝達確認
- ・ 詳細設計照査要領（建設省）に準拠して行っている

業種：無記入

- ・ ISOの取り組みとして「設計照査マニュアル」のようなものがあり、それに準じて設計の照査を行う。
- ・ 上司によるチェック
- ・ 部材同士の干渉等、取り合い照査

2-4 不具合事例

ここでは、アンケート結果の内、“不具合事例”に対する考察を述べる。

アンケート対象者のなかにはアンケート項目にあるような不具合に直接関係しない部門の方が多数あり、不具合事例に関するアンケートであったためか、回答を得られたのが全体の45%にとどまった。回答いただいた45%のうち約7割がメーカーからの回答であった。

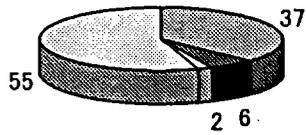
不具合の発生部門は設計との回答が多く、これは、アンケート対象者が設計技術者に偏ってしまったためと思われるが、設計業務のコンピューターへの依存度が大きいことも要員と考えられる。同様に、工場製作、現場施工においてもコンピューターへの依存度が大きくなっていると思われるが、実物を目の前にしての作業であり、ミスや不具合が事前にあるいは後工程への影響が小さい段階で発見されやすく、大きな不具合に結び付かないものと思われる。

不具合の発生した構造物については、橋梁形式に占める割合と同様にRC床版のプレートガーターの割合が大きく、特異な構造形式に限って不具合が発生しているわけではない。本アンケート結果をみる限り、不具合の発生した業務担当者については経験年数等に反比例して不具合が少なくなるような傾向はなく、一概に考察することはできない。

【アンケート結果】

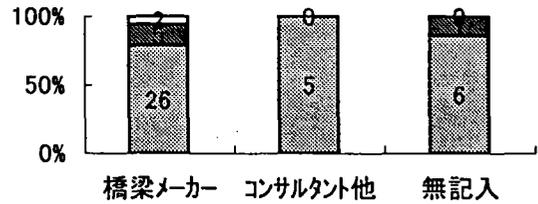
1. 不具合が発生した部門はどこですか。

全体



□設計 ■工場 □工事 □回答なし

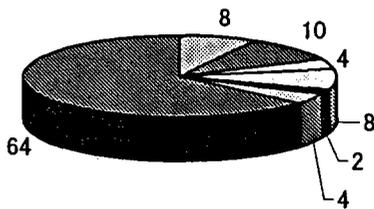
職種別内訳



□設計 ■工場 □工事

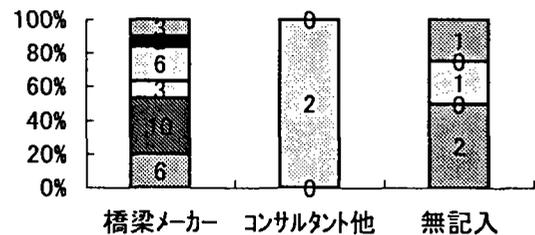
2. 不具合が発生した構造物についてお伺いします。
線形形式は、何ですか。

全体



□直線 ■曲線 □クロソイド □拡幅 ■本線 □ランプ □回答なし

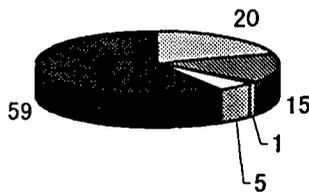
職種別内訳



□直線 ■曲線 □クロソイド □拡幅 ■本線 □ランプ

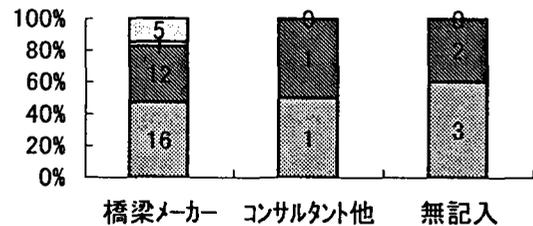
構造形式は、何ですか。

全体



□鋼床版 ■箱桁 □トラス □その他(アーチ、斜張橋、吊橋など) ■回答なし

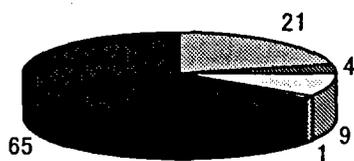
職種別内訳



□鋼床版 ■箱桁 □トラス □その他(アーチ、斜張橋、吊橋など)

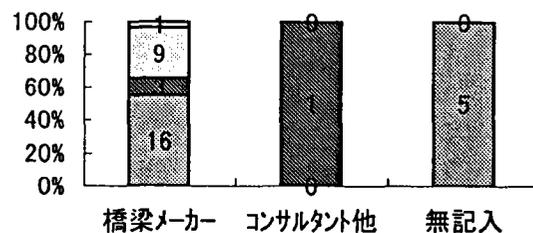
床版形状は、何ですか。

全体



□RC床版 ■PC床版 □鋼床版 □その他 ■回答なし

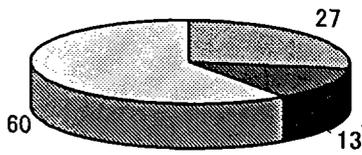
職種別内訳



□RC床版 ■PC床版 □鋼床版 □その他

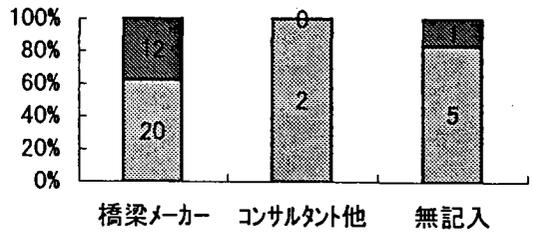
3. 不具合が発生した起因についてお伺いします。
発生した箇所はどこですか。

全体



□社内 ■社外 □回答なし

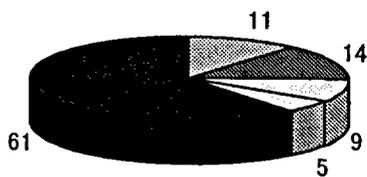
職種別内訳



□社内 ■社外

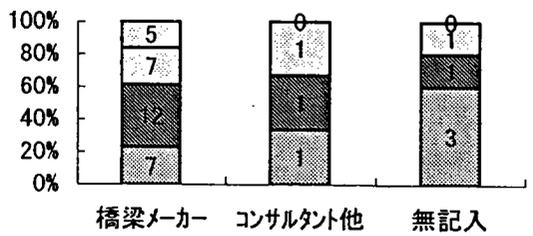
担当者の入社年数はどのくらいですか。

全体



□3年未満 ■3~5年 □6~9年 □10年以上 ■回答なし

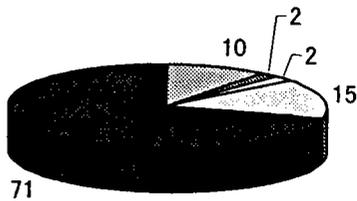
職種別内訳



□3年未満 ■3~5年 □6~9年 □10年以上

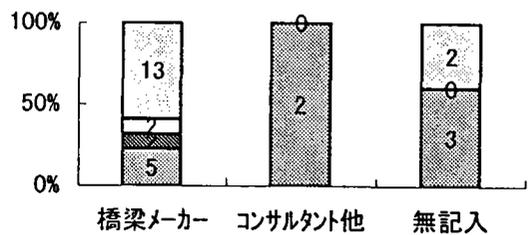
不具合発生業務の担当年数はどのくらいですか。

全体



□半年 ■1年 □2年 □3年以上 ■回答なし

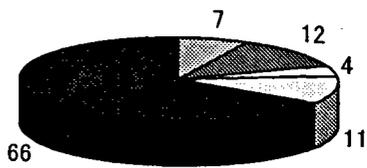
職種別内訳



□半年 ■1年 □2年 □3年以上

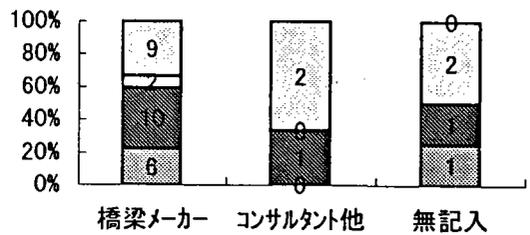
不具合発生業務の経験頻度はどのくらいですか。

全体



□1件 ■2, 3件 □4, 5件 □多数 ■回答なし

職種別内訳



□1件 ■2, 3件 □4, 5件 □多数

【不具合内容】

アンケートでいただいた回答を以下に列記する。

業種：メーカー

- ・ 座屈応力に関するプログラムの不具合
- ・ プログラムに問題あり
- ・ モデルの設定ミス
- ・ ボルト計算の公称径・有効径のプログラム上の誤り
- ・ 概略設計における許容応力度（圧縮）の算定
- ・ 曲線桁の解析を角折れ（ポイント数が少）で行い、自重の偏心により、架設時に危険な状態になった
- ・ コンピューターに関してではないかもしれないが、付属物関係の取り合いなどが多い
- ・ 到来物件で、アウトプットのたわみがインプットの剛性によるものでなく許容値以上にたわみ（死荷重、活荷重）が発生した。歩道橋でもあり、ケーブル張力の調整により対処した。
- ・ 補強リブを追加する際、剛度計算が間違っていたため、必要断面より小さい材料を発注してしまった。再度計算のうえ材料を再手配
- ・ 立体フレーム解析で活荷重が載荷されていなかった
- ・ 思いこみや勘違いによるミスが多いと思われる
- ・ PC床版の平面曲線形状のまちがい→製作ミス→再製作した
- ・ 立体構造物に対する活荷重の載荷
- ・ 格子解析で雪荷重が有効幅員に載荷されていた。（全幅員に載荷すべき）
- ・ 下横構と、PC ケーブル受梁（鋸桁主桁間をコ形状の梁を渡した）が、干渉してボルト締め不能（仮組はシミュレーション仮組）。橋体と付属物の干渉チェックがないので現場にて発生した。
- ・ 入力マニュアルの読み違いによる実施。作図してはじめて不良が発見された。
- ・ 床版荷重のインプットミス
- ・ RC床版の荷重強度を入力ミスし、製作キャンバーが大幅に狂った。原寸でも気づかず、大板切断後、気づき、大幅な手直しを行った。
- ・ 解析データのインプットに気づかないまま製作してしまったためキャンバーが違ってしまった。
- ・ 横梁位置に支点があり、反力に誤りがあった。

業種：コンサルタント他

- ・ 単純な計算ミス（電算以外の部分）
- ・ 橋台の安定計算結果が他社のもの（手計算）と違っていた。即、バージョンアップして対処し、間違いは起こらないようになった。
- ・ 自動設計プログラムにおいて、拡幅及び連続合成桁に対応しきれていない。だましまし使っているが処理しきれない部分がありかえって苦勞する。

業種：無記入

- ・ 付属物（落防、排水、検査路）と主構造や下部工との取り合い
- ・ 不具合というよりも、不都合のようなものですが、本線にランプの線形が入り込んでいる箇所において、電算の線形計算では計算できず、手作業ですりつけを行ったことがあります。折れてしまうということで、当初から対応できたのですが、アウトプットの修正が思ったよりも大変でした。
- ・ 横勾配のすりつけをまちがえた。
- ・ キャンバー値の+-を間違えて計上した。

2-5 CADの使用

ここでは、アンケート結果の内、“CADの使用”に対する考察を述べる。

CADを使用した図面作図・修正業務において、使用するCADの種類については、数多くある中でAuto-CADとJW-CADの2機種が大部分を占めている。

CADを選ぶ際には、互換性・汎用性のあるもの、使い勝手がよく応用が利くものと言ったように、普段から不具合を感じている箇所に対し、もっとよい物を望む傾向が伺える。

また、近年建設CAL Sに向けて対応している機種と言った意見も多くあった。

CAD図面の何処に利点を感じるかと言う問いに対しては、作図・修正の容易さ、転用・再利用が可能であると言った意見が大部分を占めている。

【アンケート結果】

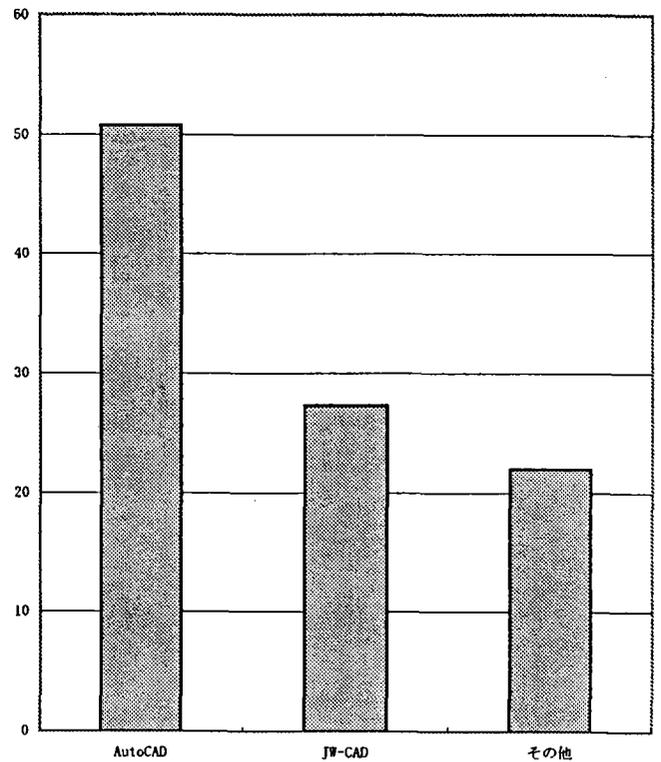
I CADを使用した、作図業務及び図面修正業務についてお伺いします。

1 使用しているCADの名称を教えてください。

	回答数	割合 (%)
AutoCAD	67	51
JW-CAD	36	27
その他	29	22
Total	132	100

その他の内訳

	回答数	割合 (%)
図脳RAPID7	6	5
V-nas	4	3
Micro-CADAM	3	2
Vector Works	2	2
エキスパート	2	2
PC-CAD	2	2
Mini	1	1
M-Draf	1	1
シキヤト	1	1
Hi-CAD	1	1
CADSUPER	1	1
CAD-CITY	1	1
自社CAD	1	1
未解答	3	2
Total	29	22

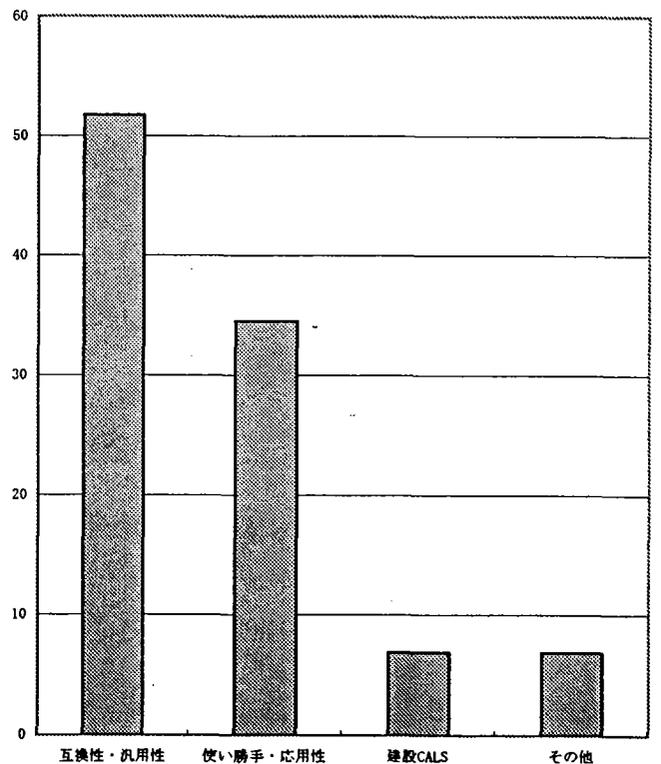


2 CADを選ぶ時、何に重点をおいて選びますか。

	回答数	割合 (%)
互換性・汎用性	45	52
使い勝手・応用性	30	34
建設CALS	6	7
その他	6	7
Total	87	100

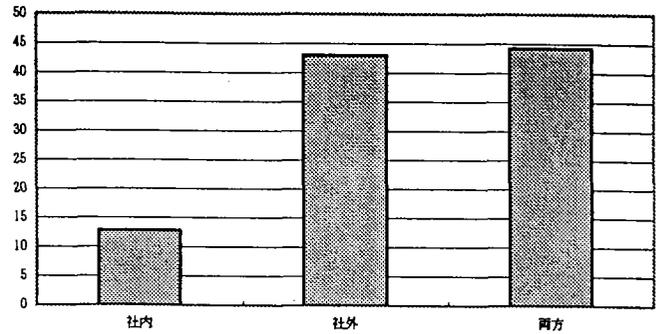
その他の内訳

	回答数	割合 (%)
最初に導入したもの	2	2
自動設計と併用	1	1
将来性	1	1
価格	2	2
Total	6	7



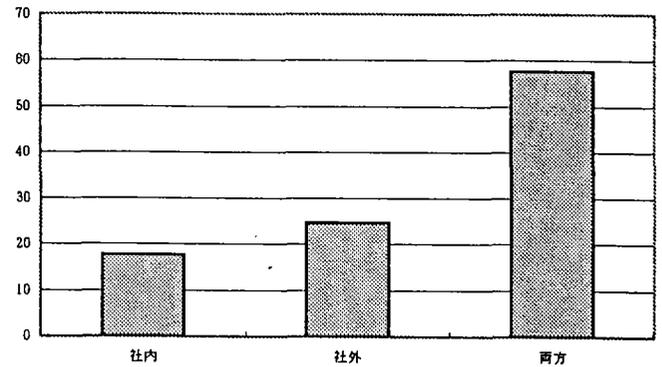
3 作図業務はどこで行っていますか。

	回答数	割合 (%)
社内	11	13
社外	37	43
両方	38	44
Total	86	100



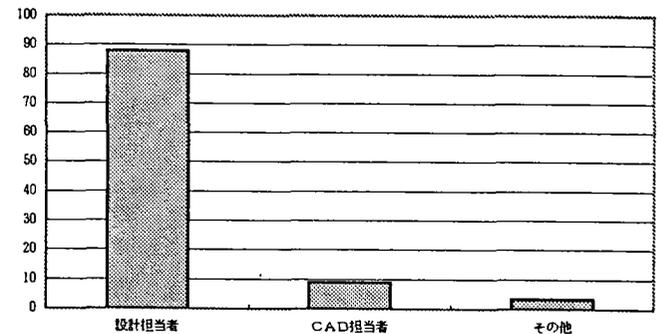
4 修正業務はどこで行っていますか。

	回答数	割合 (%)
社内	15	18
社外	21	25
両方	49	58
Total	85	100

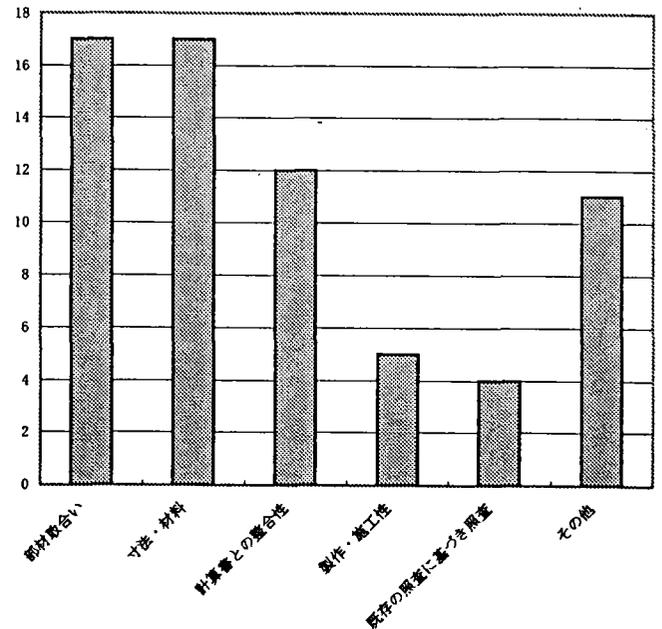


5 図面照査は、誰が行っていますか。また、どのような内容に重点をおいて照査していますか。

	回答数	割合 (%)
設計担当者	80	88
CAD担当者	8	9
その他	3	3
Total	91	100



	回答数	割合 (%)
部材取合い	17	26
寸法・材料	17	26
計算書との整合性	12	18
製作・施工性	5	8
既存の照査に基づき照査	4	6
その他	11	17
Total	66	100



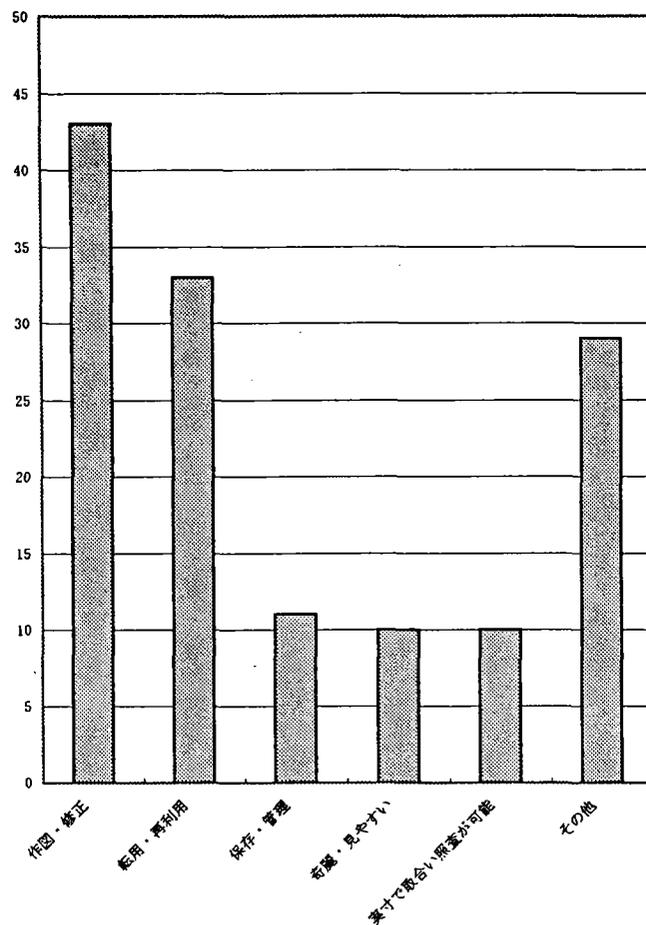
その他の内訳	回答数	割合 (%)
構造詳細	3	5
全般	3	5
主要部材を重点的に 妥当性	1	2
他の図面との整合	1	2
文字・スケール	1	2
精度・誤差	1	2
Total	11	17

6 CAD図面の何処に利点を感じますか。

	回答数	割合 (%)
作図・修正	43	32
転用・再利用	33	24
保存・管理	11	8
奇麗・見やすい	10	7
実寸で取合い照査が可能	10	7
その他	29	21
Total	136	100

その他の内訳

	回答数	割合 (%)
データの受渡し	8	6
時間短縮	5	4
コスト削減・省力化	4	3
正確	3	2
仕上がりの統一性	2	1
任意出力が可能	2	1
レイアウトが容易	1	1
電子データ化	1	1
計画・検討がやりやすい	1	1
内容が悪くてもよく見える	1	1
大量に作図できる	1	1
Total	29	21



7 CAD図面の何処に不具合を感じますか。

互換性が悪い	13
技術者が構造を理解していない	8
個人差がある（技術レベルに左右されてしまう）	6
場合によっては手書きの方が早い	5
紙と違い図面全体を把握できない・印刷しないとよく分からない	4
間違いに気づきにくい	4
コピーによるミスが多い（間違っただけを大量にコピーしてしまう）	3
出力がうまくいかない	3
出図後の手修正に時間がかかる	3
<u>線・レイヤー管理に対する不満</u>	
実線と点線が反転していることが多い	1
線の太さが同じで見にくい	1
破線が見づらい	1
肉厚不足（板厚が小さいと線図になる）	1
線が細い、字が変、図面として迫力がない	1
CALS対応のレイヤー管理：専門要員がないので、担当者が「お絵かき」してしまう。	2
「製図基準」を見たことがない。：使用線種や、線幅が統一されていない。	1
実寸との違い（スケール）	1
ミクロ的に物事を見がちでマクロに構造物をとらえられない	1
何処の寸法でも表示できるが、逆に寸法をおさえる順序がわからない	1
2次元（平面）に展開できないものがある（ねじれ面等）	1
履歴管理の煩雑さ・新旧図が混じってしまうトラブル	2
高価な出力装置を必要とする	1
新規作図は時間がかかる	1
修正した箇所がわからなくなる	1
気がつかないうちに数値が変わってしまっている	1
CADを使用できない人では修正ができない。	1
図面上不必要なものまで表現してしまう	1
対象とするものによっては、必要以上に精度の良い数字が得られてしまうこと。	1
長時間労働には不向き。	1
パソコン本体が不調だと、よけいな時間がかかる。	1
工夫をしなくなる	1
図面を大事にしなくなる	1
図面としてのアピール度が小さい	1
愛がない	1

8 社内（社外）での教育・指導方法・技術力向上を目的とした取組みについて何かあれば、差支えない範囲で結構ですので、簡単に内容を教えて下さい。

- ・ O J T
- ・ 委員会出席
- ・ 講習会への参加
- ・ 時々講習会をしている
- ・ C a d 操作について社内講習会を実施
- ・ 社外から講師を呼んで講義して頂くこともある。
- ・ 目新しい計算や技術を要する業務があれば、その担当者が他の部員に説明することになっている。
- ・ より多くの情報を提供するようにしている
- ・ 作業スタート前・中に設計製作、架設関係者による問題点の洗い出しを行い予防処置を立てるとともに若者への指導ポイントを明確にする。
- ・ 担当業務を通して教育するようにしているが、上への技術力向上については難しいものがある
- ・ 図面には設置される構造を全て作図するよう、指導している。（例えば、主桁図に排水、落橋防止を作図する時）
- ・ 結果の評価の仕方

- ・ 資格取得
- ・ 資格取得に重点を置いた教育

- ・ 現場研修
- ・ 全般的な知識習得のため、積極的に社外へ出る。現場、他部門、講習会等。
- ・ セクション毎に作業分担があり、出席効率が上がる反面で、計画・設計・製作・施工をバランスよく学ぶことが出来ない。当社では、ローテーション等により対応しているようであるが、なかなか全てを学ぶまでにはいかないようである。

- ・ 各社外注にCADソフトの統一をお願いしている。
- ・ チェックマニュアル等の配布。
- ・ マクロなどスキルの共有化
- ・ C A D 図面の標準化、テンプレート作成

- ・ 社内では、原則作図せず、協力業者に出している新入社員は付属物等の干涉チェック能力が弱い。何でもCAD化する。（手書きまたは、数式のチェックができない。）

- ・ 自動設計が主流になってきているが、まずは設計の内容（中身）を理解させる、その上でCAD、自動設計を体得させる。

- ・ 最近、始めから終わりまで設計計算、作図することがほとんど無くなってきたため、実務設計上の応用、照査能力が低下している。設計する際、単に示方書等、マニュアルのトレースだけでなく、力の伝達メカニズムを踏まえた設計に目を向ける様、教育している。

- ・ コンピューターを使うことにより、精度、スピードが向上する反面、それを扱う人間がしくみを知らないことが多い。設計を知らない人間でも、条件を入れ込んでしまえば、それなりに設計ができてしまう。工期に追われてしまうことが多いので、それもしようがないところもあるが、できるだけ電算にたよらず基礎を深めた方がよいと思う。ある程度理解した上で、電算を使用したほうが、その効果を理解することが大切と感じます。図面を書くのも、設計するのも機械ではなく人間であり、とにかく手を動かすことがいいと思う。

3章 まとめ

3-1 設計業務全般

3-1-1 統計データからの考察

統計結果より、アンケート対象者の意見をまとめると、次のような長所、短所があることが分かった。

(長所)

- ・ 機械的な処理に適した順に、作業の効率化が行なわれた（解析＞図面作成＞設計）
- ・ ハード・ソフト共に、広く普及しているため、高度な解析ができる。
- ・ 設計成果の保存が容易になった。

(短所)

- ・ 解析検討作業が以前より増えた。
- ・ 設計技術者としての能力が低下した。
- ・ 解析・図面作成作業で、以前より間違いが増えた。
- ・ 解析条件・理論についての関心の欠如がある。
- ・ アウトプットの評価が難しくなっている。

(その他)

- ・ コンサルタントより橋梁メーカー、若年層より老年層の方が、作業の効率化を感じている。
- ・ 構造力学などの基礎学力の重要性を認識している。
- ・ 新入職員の学力が不足している。

3-1-2 アンケート対象者からの意見

『コンピューターを導入したことによって、何が変化したか』という問いに対する対象者の個別的な意見を下記に列挙する。

(問題の認識力および判断力の低下)

- ・ 標準的な形式の橋梁については、特に問題が無く短縮されたと感じます。
- ・ 特に解析に対しては、解析結果をうのみにする傾向がある。
- ・ コンピューターは設計を行う上では、あくまでも手段であって、設計者自身の能力とは別と考えている（高度な解析を行うにしてもある程度結果を予測できる能力を身につけていないとダメだと思われる）。
- ・ 設計者に必要な資質のうち、直感力が極端に悪くなっている。つまりアナログ思考ができていない
- ・ ミクロ的な判断しか見えなくなっている。マクロ的なセンスは設計者として身につけるべき能力である。

(ミスが多くなった)

- ・ 速やかになった反面、コピー機能等に起因する単純なミスなどが発生しているのが現状時々ある。
- ・ 致命的ミスをミスと感じていない。

(作業量が多くなった)

- ・ ソフトとハードを維持するための Power が必要になった。
- ・ 処理能力の向上は感じられる。その分、作業が増えて、時間が短くなったわけではありません。
- ・ コンピューターが安価で高性能になったことによって、非線形動的解析や FEM 解析等を行うことを義務づけられるようになり、時間的なものは短縮できていない。
- ・ 個人管理により、会社としてのノウハウを維持するのが大変になった。
- ・ 一つの作業は確実に早くなっているが、準備、段取り、操作に時間をとられてトータルの時間では、それ程かわってないと思う。
- ・ コンピューターで効率が上がった分を質の向上に振り向けているのかは疑問

(その他)

- ・ 考える時間の絶対量は増えていると思うが、手計算をしながら考えていく方が計算のストーリーは理解し易い。
- ・ 計算の質はまだまだ設計者の質に左右されるところが大きいと思う (入力間違いなど)。
- ・ 不必要に精度 (数字桁数) が高くなっている、精度が高いのと本質が良いのでは、意味が違うと思う。
- ・ コンピュータをツールとして、いかに有効に利用するかが重要と考えます。
- ・ コンピュータはあくまでもツールであると考えます。
- ・ ブラックボックスのため、信頼性に欠けることがある。
- ・ 技術力、能力は個人差がある。又、コンピュータやソフトは道具であるため、使う人によって、結果のデキについては差が生じる。従って単に作業性が向上したか否かは判断できない。

また、『新入社員に対して、大学では何をしっかり勉強してきてもらいたいのか』という問いに対する対象者の回答では、次のような意見が多かった。

- ・ 学部レベルで学ぶ、構造力学 (単純梁の断面計算程度)、英、数、社会の内容程度の理解

- ・ 静定構造物の断面力の算出、応力とひずみ、変位、曲率についての知識
- ・ 簡易な不静定構造物の手計算による算出能力（連続桁影響線程度）
- ・ 薄肉構造物の基礎
- ・ 骨組構造解析理論と振動学
- ・ 弾塑性学
- ・ 力学のフィーリング
- ・ 設計をプログラムで計算させずに行える実力
- ・ 文章力
- ・ ワークステーションの基本コマンドとその操作
- ・ 工学全般に関する基礎知識
- ・ 報告書、検討資料の作成が出来る程度

3-1-3 改善策

これらの問題点の改善策として、1) マニュアルの整備、2) 試験・資格制度の強化、3) 過去の工事の共通データベース化等が考えられる。

1) マニュアルの整備

マニュアルは、ISOの規定のような公認されたものから、個人的なものまで幅広くある。しかしながら、ここでのマニュアルは、設計技術者として、上記のような問題点を機械的に歯止めできるようなものであるといえる。マニュアルを作成するための留意点として

- ・ 初心者にも容易に理解できるもの
- ・ 専門家（経験者含む）の意見を十分反映すること
- ・ 過去のトラブル事例を包括したマニュアルとすること
- ・ コンパクトにまとめられている（作業時間を取らない）こと

等があげられる。また、これらのマニュアルを、システムチックに業務の一部に取り入れられる体制も必要である。

2) 試験・資格制度の強化

最近、設計業務において、資格の重要性が認識されてきている。客先によっては、公認された資格を有するものでないと、設計できない場合もある。一方、施工技術者に関して、現場管理者をはじめ、溶接作業員、重機械作業員、塗装作業員、コンクリート作業員等へ、資格の義務づけが行なわれている。これらの資格取得の長所として、

- ・ 該当者の基礎知識の向上
- ・ 品質保証の歯止め
- ・ 客先への信頼性の向上

等が上げられよう。このような背景から、事前にミスを防止するために、設計照

査技術者をはじめ、解析作業者（骨組解析、弾性 FEM、非弾性 FEM、・・・）、CAD 図面オペレーター（橋梁、水門、・・・）への資格の義務づけも、今後必要ではないであろうか。

3) 過去の工事の共通データベース化

工事情報データベースとして、有名なのがコリンズと呼ばれるシステムである。しかしながら、このシステムは工事の大まかな情報（竣工日、橋長、重量）のみが蓄えられており、問題点や技術的課題といった、詳細な検討過程は保存されていない。今後、より透明性を向上させるため、より多くの技術情報を公開するよう、義務づけが行われることが期待される。

3-1-4 改善策の提案

当委員会の活動で発言された、改善策（案）は次の通り。

- ・ 基礎学力向上のため、資格を取得させる。また、社内で試験を定期的に行う。
- ・ 事前に、簡易モデルで手計算を行い、構造物の挙動を把握させる（上下限值把握）。
- ・ 定期的に専門家による教育を行う（1回/月）。
- ・ データベースを効率的に活用する。
- ・ 報奨金制度等の導入により、動機を与える（本人のやる気を出させる）。
- ・ 手計算でできるものは、コンピュータに依存させないようにする。
- ・ 機械的な作業部分と、時間をかけて問題を処理する部分を明確に分ける。
- ・ 解析ソフトを容易に使用できる環境（性能照査型設計へ）

3-2 社内教育

新入社員研修期間は3ヶ月程度との回答が多く、約半数程度であった。

この期間での目的は、社内全体の業務の流れを把握させることに重点を置き、その後、実務を行いながら本格的に指導しているようである。

このとき、橋梁技術の本質はコンピューターではなく、技術者自身のエンジニアとしての能力、たとえば、構造力学・創造力・判断力等が重要であることを認識させ、数年後を見据えた指導を行っていく必要があると思われる。

3-3 成果品の照査

最近では、メーカー、コンサルタントの業種を問わずISOを取得する業者が多くなり成果品の照査については、ISO主旨にのっとりチェック体制が整備されてきている。

しかしながら、チェックシートを用いたチェックは、ややもするとそのチェック項目以外に目が向きづらくなり、大事なことを見落とすことが考えられる。また、チェックシート自体は標準的なものを対象にまとめられていると思われ、鋼橋のようにオーダーメイドであり個々に異なる製品については、このようなチェックシート以外のチェックが必要と思われる。

そこで、チェック漏れやミスを防止し、個々の製品に留意した照査をするためには、チェックシートによるチェックは必要最低限のものとし、全般的なチェックとして類似橋梁との比較や複数人あるいは経験者によるチェックが必要かつ有効と思われる。

3-4 不具合事例

全ての業務（設計、工場製作、現場施工）を通して、さらには、例えば設計業務においては計画、解析、設計などと、それぞれの業務の中でも分業化されているため、業務間のインターフェース不足や担当者個々の認識不足により、ミスや不具合が発見しづらくなっているのではと考えられる。

そこで、業務間のインターフェースを強固にし、担当者個々のレベルを向上させることが必要となるが、“百聞は一見にしかず”と言われるように、技術者自身が全業務に触れたり経験することが必要と思われる。特に業務の出発点に関わる設計技術者には、全体がわかるエンジニアとなることが必要であると思われる。

3-5. CADの使用

近年、橋梁設計において、手書き図面からCAD図面へと変貌を遂げており、現在では、成果品に対して、ほぼ100%CAD図面と言っても過言ではない。

このような状況の中、CAD業務においては、作図・修正または図面の転用と言った便利さがある一方で、多種あるCADどうしの互換性の悪さといった問題をよく耳する。また、CADオペレーターが増える中で、CAD技術者による橋梁技術の不足、図形の複写による間違いが多いなど、小さな単純ミスから大きな技術力不足と言った問題まで様々な問題を抱えている。

今回、実施したアンケートの結果からもわかるように、CAD自体に望むこととしては、互換性がよく、幅広く使われているもの、使い勝手がよく応用性があるものと言った意見があり、これらは、ソフトの面で改善していけば、より良いCADソフトが出来ることと思わる。問題なのは、CADを使っている橋梁技術者であり、CADオペレーターである。そういった人達の技術力低下、十分な照査がなされていないと言ったようなことが、CAD図面に対して不具合を感じている要因ではないかと思われる。

しかし、幸いなことにこれらの問題に対しても、改善の余地がないわけではない。各社とも、様々な問題に直面し、改善を進めている。今後、社内社外を問わず人事交流、技術指導をはじめ講習会への参加、または、より多くの情報・技術を得られるような環境整備が必要ではないかと思う。そして、更には公的な資格取得も技術力低下の歯止めには大切であると考える。

4. あとがき

コンピューター時代における橋梁設計とは、どうあるべきなのかをテーマに、橋梁設計の実状について、アンケート調査を行い、その結果をもとに、今後の橋梁設計におけるコンピューターとの関わり方について考察した。

アンケート調査の結果、コンピューター導入による時間の短縮（解析・CAD）は図れるものの、品質過剰的な解析・検討作業が多くなったと感じている。コンピューターはあくまでも計算の道具であることを認識しながらも、結果をうのみにしてしまう傾向がある。

また、設計技術者自身の能力が高くなったかどうかについては、否定的な回答が多かった。この事が現在、一番大きな問題であり、コンピューターの威力を適切に活用できる構造力学・創造力・判断力等の設計技術者としての本質的な感覚を磨く必要があると再認識した。アンケート内の意見を本報告書に記載しており、是非一読していただければ幸いである。

最後に、アンケート調査にご協力していただいた鋼技研メンバーの方々には、深く感謝いたします。

I. コンピューターを導入したことによって、何が変化したかについてお伺いします。

※ 時間

1. 解析作業が速やかになったと感じますか。
(a) 感じる (b) 感じない (c) どちらとも言えない
2. 設計作業が速やかになったと感じますか。
(a) 感じる (b) 感じない (c) どちらとも言えない
3. 図面作成が速やかになったと感じますか。
(a) 感じる (b) 感じない (c) どちらとも言えない

【ご意見】

※ 技術力・能力

1. 高度な解析(例えば立体骨組み解析やFEM解析)が容易にできるようになったと思いますか。
(a) 思う (b) 思わない (c) どちらとも言えない
2. 解析および設計の精度が高くなったと思いますか。
(a) 思う (b) 思わない (c) どちらとも言えない
3. 図面の修正が容易になったと思いますか。
(a) 思う (b) 思わない (c) どちらとも言えない
4. 考える時間が長く採れるようになったと思いますか。
(a) 思う (b) 思わない (c) どちらとも言えない
5. 簡単に解析や計算ができるため、以前に比べ解析作業や検討作業の量が増えたと感じますか。
(a) 感じる (b) 感じない (c) どちらとも言えない
6. 設計技術者自身の能力が高くなったと感じますか。
(a) 感じる (b) 感じない (c) どちらとも言えない
7. 入社してくる新入社員の設計技術者としての能力は高くなっていると感じますか。
(a) 感じる (b) 感じない (c) どちらとも言えない
8. 設計成果の整理・保存(データ管理)が容易になったと思いますか。
(a) 思う (b) 思わない (c) どちらとも言えない

【ご意見】

※ 精度・品質

1. 解析の間違いが少なくなったと思いますか。

- (a) 思う (b) 思わない (c) どちらとも言えない

2. 設計の間違いが少なくなったと思いますか。

- (a) 思う (b) 思わない (c) どちらとも言えない

3. 図面の間違いが少なくなったと思いますか。

- (a) 思う (b) 思わない (c) どちらとも言えない

4. 設計の質が向上したと思いますか。

- (a) 思う (b) 思わない (c) どちらとも言えない

【ご意見】

II. コンピューター時代における設計に関して一般的なことをお伺いします。

1. 自動車を使用すると足が弱るのと同様に、コンピューターを使用すると脳力(能力)が弱くなると思いますか。

- (a) 思う (b) 思わない (c) どちらとも言えない

2. 計算はコンピューターがやってくれるので、設計技術者には構造力学や応用力学の知識はあまり必要ではないと思いますか。

- (a) 思う (b) 思わない (c) どちらとも言えない

3. コンピューターによる解析の中身(前提条件、解析手法、境界条件、精度、等)がどのようになっているのか理解していますか。

- (a) 理解している (b) 理解していない (c) どちらとも言えない

4. 単純化したモデルを用いた骨組み構造解析でなく、実構造を忠実に再現したFEM解析に基づいて設計を行った方が良いと思いますか。

- (a) 思う (b) 思わない (c) どちらとも言えない

5. コンピューターの計算結果が正しいかどうか判断するのは難しいと思いますか。

- (a) 常に思う (b) 時々思う (c) 簡単である

6. 現状ではコンピューターは計算の道具に過ぎず、高級算盤の域を出ていないと思いますか。

- (a) 思う (b) 思わない (c) どちらとも言えない

7. 設計技術者自身の能力は全体的にみて以前に比べ高くなっていると感じますか。

- (a) 感じる (b) 感じない (c) どちらとも言えない

8. 新入社員に対し、大学では何をしっかり勉強してきてもらいたいと思いますか。

- (a) 力学 (b) コンピューター (c) その他 ()

(a)もしくは(b)と答えた方にお伺いします。最低どこまでは必要とお考えですか。

I. 新入社員研修の内容について、お伺いします。

1. 研修期間はどのくらいですか。

- (a) 3ヶ月 (b) 6ヶ月 (c) 1年 (d) その他：

2. 文字練習を行っていますか。

- (a) はい (b) いいえ (c) 以前はやっていた

3. 図面の作画を行っていますか。

- (a) はい [ドラフター・CAD] (c) いいえ

4. 橋梁模型の作成を行っていますか。

- (a) はい [鈹桁・箱桁・その他：] (c) いいえ

5. パソコン演習は、どのような種類を行っていますか。

- (a) Word (b) Excel (c) 一太郎 (d) その他：

6. 構造解析は、どのような種類を行っていますか。

- (a) 平面格子 (b) 立体解析 (c) フレーム解析 (d) F. E. M.

7. 設計演習は、どのような種類を行っていますか。

・手計算の場合

- (a) 単純合成鈹桁 (b) 単純非合成鈹桁 (c) その他：

・電算の場合

- (a) 単純合成鈹桁 (b) 単純非合成鈹桁 (c) その他：

8. どのような点に重点を置き指導していますか。

II. 入社年数別に教育・指導を行っていますか。

- (a) はい (b) いいえ

よろしければ、差支えない範囲で構いませんので簡単に内容等を教えて下さい。

【教育・指導内容】 例：設計→工場→現場のローテーション等

III. 資格試験に関してどのくらいの期間、技術指導を行っていますか。

・技術士 []

・一級土木施工管理技士 []

・PC技士 []

I. 成果品の照査について、お伺いします。

1. 線形業務についてチェックシートを作成していますか。

(a) はい (b) いいえ (c) 要求があれば作成する

(a)(c)の方にお伺いします。どのような内容をチェックしていますか。

【内容】 例：線形要素の確認 等

(b)の方にお伺いします。どのように対応していますか。

【内容】

2. 解析業務についてチェックシートを作成していますか。

(a) はい (b) いいえ (c) 要求があれば作成する

(a)(c)の方にお伺いします。どのような内容をチェックしていますか。

【内容】 例：モデルの妥当性、死荷重反力、断面力の出方 等

(b)の方にお伺いします。どのように対応していますか。

【内容】

3. 設計業務についてチェックシートを作成していますか。

(a) はい (b) いいえ (c) 要求があれば作成する

(a)(c)の方にお伺いします。どのような内容をチェックしていますか。

【内容】 例：設計条件、設計方針の確認、たわみ 等

(b)の方にお伺いします。どのように対応していますか。

【内容】

4. その他、社内等で取組んでいるチェック体制について何かありましたら、差支えない範囲で構いませんので、簡単にその内容について教えて下さい。

【内容】

I. コンピューターに関しての不具合事例についてお伺いします。

1. 不具合が発生した部門はどこですか。

- (a) 設計 (b) 工場 (c) 工事

2. 不具合が発生した構造物についてお伺いします。

線形形式は、何ですか。

- (a) 直線 (b) 曲線 (c) クロソイド (d) 拡幅
(e) 本線 (f) ランプ

構造形式は、何ですか。

- (a) 鈹桁 [単純・連続・合成・非合成]
(b) 箱桁 [単純・連続・合成・非合成]
(c) トラス [単純・連続]
(d) その他 [ランガー・ローゼ・ニールセン・アーチ・ラーメン・斜張橋・吊橋]

床版形状は、何ですか。

- (a) RC床版 (b) PC床版 (c) 鋼床版 (d) その他

3. 不具合が発生した起因についてお伺いします。

発生した箇所はどこですか。

- (a) 社内 (b) 社外

担当者の上社年数はどのくらいですか。

- (a) 3年未満 (b) 3～5年 (c) 6～9年 (d) 10年以上

不具合発生業務の担当年数はどのくらいですか。

- (a) 半年 (b) 1年 (c) 2年 (d) 3年以上

不具合発生業務の経験頻度はどのくらいですか。

- (a) 1件 (b) 2, 3件 (c) 4, 5件 (d) 多数

よろしければ、差支えのない範囲で構いませんので簡単に内容等を教えて下さい。

【内容】

I. CADを使用した、作図業務及び図面修正業務についてお伺いします。

1. 使用しているCADの名称を教えてください。

CAD名 :

2. CADを選ぶ時、何に重点をおいて選びますか。

【内容】

3. 作図業務はどこで行っていますか。

(a) 社内 (b) 社外 (c) 両方

4. 修正業務はどこで行っていますか。

(a) 社内 (b) 社外 (c) 両方

5. 図面照査は、誰が行っていますか。また、どのような内容に重点をおいて照査していますか。

(a) 設計担当者 (b) CAD担当者 (c) その他 :

【内容】

6. CAD図面の何処に利点を感じますか。

【利点】

7. CAD図面の何処に不具合を感じますか。

【不具合】

8. 社内(社外)での教育・指導方法・技術力向上を目的とした取組みについて何かあれば、差支えない範囲で結構ですので、簡単に内容を教えてください。

【内容】

ご協力ありがとうございました。