

図面をどう作り、いかに伝えるか —「設計」について若手技術者に伝えたいこと—

How to make drawings and how to transmit designer's intentions
-Messages from experienced engineers to young engineers about "design"-

[座談会メンバー]
藤田 宗久氏 フェロー会員 清水建設(株)土木技術本部設計部上席エンジニア
廣瀬 彰則氏 正会員 (株)エイト日本技術開発 国土インフラ事業部理事上席技師長
山上 晶子氏 正会員 (株)大林組生産技術本部設計第一部主任
脇岡 宏行氏 正会員 鹿島建設(株)構造設計部臨海・エネルギー施設グループ
藤本 雅大氏 バシフィックコンサルタント(株)交通基盤事業本部道路部道路プロジェクト室

[司会]
幸良 淳志 土木学会誌編集委員
 2021年2月12日(金) 土木学会役員会議室にて

土木界で設計を担う若手技術者は、設計に当たり何を意識し、どんな感覚を養つたらよいのか。また設計の分業化が進む中、プロジェクトにおいて設計者の意図をどのように発注者や施工者に発信すべきか。設計業務に長年従事してきた経験者と若手設計者が実際に図面を見ながら話し合った。

自分が引いた1本の線から 巨大インフラが生まれる

——まずは設計する際の心構えや、特に設計者が養っておくべき感覚などについて、廣瀬さん、藤田さんに伺い

たいと思います。

廣瀬——高校時代、偶然旅先で鳥取県境港市と島根県松江市を結ぶ「境水道大橋」を見て「ぜひ橋をやりたい」と思い、大学は土木工学科に進みました。建設コンサルタントに入り、これ

まで橋一筋でやってきました。勤続30

年を前に取締役に任命されそうになり、現場を離れるのが嫌で、現在のエイト日本技術開発に転職しました。

私は飛行機に乗るとときは必ず窓際には座ることにしています。高速道路や幹線道路の整備の進捲具合がよく見えるからです。道路が交差するところにはたくさんのランプが複雑な曲線を描いています。

例えば新しい高速道路につなぐためのジャンクションを造るします。高圧線の鉄塔があるなど、制約条件はいろいろある。そこにどんな道路線形を描くか。「こういう線形でなければならない」という決まりはありません。おもとの道路計画をよく理解し、フリーでたくさん描いて、まず頭の中で大きなイメージをつくり、それから細部に移って図面に仕上げていく。

詳細設計では全ての点や要素が設計者の頭の中でつながっている必要があります。任意のどの場所の断面でもそれが目指す構造物の切断面として展開できないといけない。そのためには、しっかりとイメージできるまでスケッチやエскиースを重ねることが重

要です。



山上 晶子氏
YAMAGAMI Akiko

1991年広島県生まれ。2015年に鹿島建設(株)に入社後、主に橋梁下部工の設計、施工に従事し2018年9月より現職。インフラ整備の一端を担っているという誇りを胸に、日々の業務に邁進中。



廣瀬 彰則氏
HIROSE Akinori

東京工業大学土木・環境工学科卒業後、同工学研究科修了。2014年(株)大林組入社。造成工事や開削工事を経験したのちに2019年5月より現職。現在は鉄道構造物や道路構造物の設計に関わる。



藤田 宗久氏
FUJITA Munehisa

大阪市立大学土木工学科卒業、金沢大学大学院自然科学研究科博士。1979年中央復建コンサルタント(株)入社。橋梁系グループ統括リーダーを経て2009年に現職。2020年(一社)リペア会代表理事兼務。博士(工学)、技術士(総合技術監理部門・建設部門)。専門は鋼橋、PC橋、危機管理設計。

配属になつた翌日、先輩に連れられて担当現場へ行くと、底版上筋の配筋が終わつている状態でした。D51が180mmピッチで格子状に5段配筋されていましたが、その下に入つてみると、昼間でも薄暗かつたのを覚えてます。また、上筋を支えるための支柱が林立しており、歩くのも苦労する状態でした。



藤本 雅大氏
HUJIMOTO Masahiro

1992年東京都生まれ。2015年東京都市大学卒業。同年、バシフィックコンサルタント(株)入社。以降、関東・北陸・中部地区の道路計画・設計に従事。現在は、鉄道構造物や道路構造物の設計に関わる。



脇岡 宏行氏
WAKIOKA Hiroyuki

地道で多大な労力を伴う作業を積み重ねて、初めて巨大なインフラは出来上がる。それを念頭に置き、心を込めて図面を描かないといけないと肝に銘じています。



10日ほどかかりました。その時の竣工配筋図です(図1)。これでようやく承認を受けました。非常に情けなかったですね。

コンサルタントが現場を知らずに設計すると、こういう失敗が起こります。鉄筋カゴをつるして穴に入れよう。中心位置だつて数cmずれることもある。施工誤差を考えて設計しないといけない。

コンサルタントが現場を知らずに設計すると、こういう失敗が起こります。鉄筋カゴをつるして穴に入れよう。鉄筋カゴをつるして穴に入れよう。とすれば、カゴはくるくる回転もすれば、中心位置だつて数cmずれることもある。施工誤差を考えて設計しないといけない。

施工の不確実性と設計裕度のバランスを考える

——場所打ち杭の施工経験が1度でもあれば、これではフーチングの配筋が困難になることが分かります。しかし、経験がないとイメージが難しい。

設計ソフトもその辺りは教えてくれません。脇岡さんは設計も施工も経験していますが、それによって設計のアプローチに変化はありましたか。

脇岡——施工経験前は示方書に準じた図面を書くことで精いっぱいでした。施工経験後は鉄筋架台のような設計図面には書かないが施工上必要なものを見落すようになりました。

——設計コンサルタントは、誰が施工

た。

脇岡——設計で各種係数を選定する際に、現場状況に最も近いものを選定するようにはしていますが、施工者の質などの細かい考慮はできていないのが現状と思います。

廣瀬——例えば大きなP.C.橋梁を設計する場合、仮設構造物であるワーゲンと呼ばれる移動作業車の大きさを変えれば本体設計も変わってくる。しかしコンサルタントはあらかじめパタンA、B、Cの全てを設計しておることはできません。標準的な大きさを選択して設計するしかない。コンサルタントが設計したものが詳細設計として発注される場合には、設計者としては「余分な荷重が入る可能性もありそうだ、少し保険をかけておこう」とは考えます。

藤本——施工の裕度をどの程度持たせたらいいかは、悩みどころです。設計基準上は問題なくとも、余裕がなく施工できない設計では意味がない。しかし、例えば鉄筋のピッチがいくつなら施工可能なのか、私たちコンサルタントは聞ける相手がいません。発注者支援などで施工に近いところにいる者に聞いたりもしますが、限界を感じ

するか分からないで設計することがほとんどですが、その点ゼネコンの設計部は少し違いますね。

藤田——ゼネコンの設計部が手掛けく、誰が施工するか分かっているので一定の安心感があります。

また、設計は設計者だけがするわけではなく、施工者も設計しています。

本体構造物の図面に描かれる材料、配筋などは設計者が決めますが、先ほど設計図をお見せした底版の施工図は現場にいる技術者が具体的に施工で描いています。巨大な支保工の設計も現場技術者がやります。そういう意味では、施工現場にいる技術者もある程度設計のことが分かる必要があります。

設計レベルと施工レベルのバランスについて考えさせられたことがあります。台湾新幹線工事での場所打ち杭のエピソードです。11m四方で厚さ約3mのフーチングを直径2mの場所打ち杭4本で支えるというのが橋脚基礎の基本パターンでした。その杭の位置が結構ずれている箇所があつて、ひどいところだと50cmもずれているところが出てきました。杭が内側にずれたら

抵抗モーメントが足りなくなる恐れがあります。ところが、ずれた杭の位置で構造物の強度チェックをしたところ、全てOKだったのです。

設計会社、設計審査会社、施工会社とも台湾の会社でした。設計委託をしていました。台湾の設計コンサルタント会社がかなり余裕を見込んだ

設計をしていることには気付いていましたが、設計審査ではなく、施工者も設計しています。

また、施工誤差をカバーすること

ができず、杭の増し打ちなどの大きな設計変更が必要になり、工程が遅延しました。もし、ぎりぎりの設計をしていたら、施工誤差をカバーすること

ができず、杭の増し打ちなどの大きな設計変更が必要になり、工程が遅延しました。もし、ぎりぎりの設計を

付いていましたが、設計審査ではなく、施工者も設計しています。

OKを出していました。これは、施工会社の施工精度を

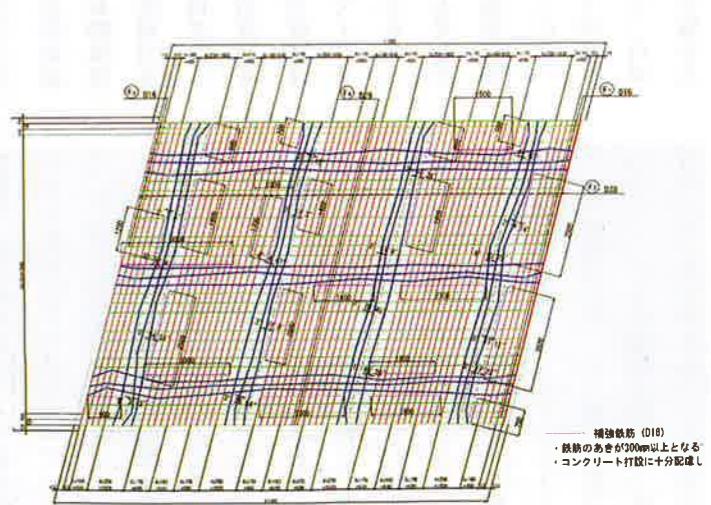


図1 施工への配慮不足がもたらした竣工配筋図

——近年、設計者から施工者へ必要な事柄をいかに的確に伝えるかが重要な視されてきました。平成29年版の道路橋示方書では、24年版に比べて設計図書に記載すべき事項の記述が増えました。設計の意図や引き継ぎ事項などをどう施工者に伝えるのが望ましいのでしょうか。

藤田——設計者から施工者へは、設計図を介して情報を伝えるのが基本ですが、設計図だけでは書ききれないものを作つて、検査基準書のようなものを作つて、検査基準書のようを作つて

——同様に現場の施工技術者も設計のセンスは必要ですね。施工性などの



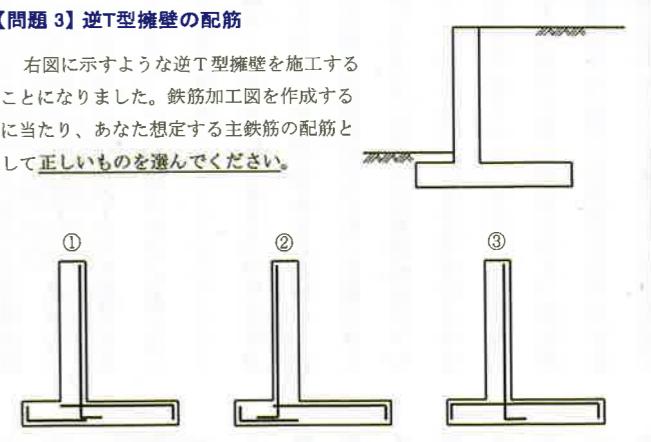
写真4 座談会登壇者集合写真

建設業の使命は、人々が安全に安心して生活したり、事業を継続したりで大震災以降、安全安心という言葉をよく聞くようになりました。皆さんは、設計に携わる技術者なので、「安全安心な設計者」について考えてみましょう。「安全な設計者」とは、間違いのない設計成り品をつくれる人だと思います。エキスパート、スペシャリストといふ言葉が当てはまります。ただ、それだけでは発注者や施工者に安心感を与えるられない。では、「安心な設計者」とは何かというと、一言で言えば

点から現場の判断で配筋の收まりなどを変更するとき、設計で前提としているものを変えてしまって、不具合が生じる例も最近増えてきているようです。

【問題 3】逆T型擁壁の配筋

右図に示すような逆T型擁壁を施工することになりました。鉄筋加工図を作成するに当たり、あなた想定する主鉄筋の配筋として正しいものを選んでください。



2 設計に関する出題例

時々設計に関係した問題も含めていて、設計の基礎的な勉強をしてもらっています（図2）。

山上——当社でも研修や、また最近はeラーニングを活用して設計知識の学習を行っています。

“歯車”ではない。
われわれの仕事が
社会の基盤を支えている

設計業務の環境は、大きく様変わりしてきています。分業化が進み、一昔前と比較して、設計を行った設計

“歯車”ではない。
われわれの仕事が
社会の基盤を支え

務の環境は、大きく様変わりします。分業化が進み、一

くなるのです。

工事で一番過酷だったのは終盤。掘削のたびに切羽の岩盤温度が上がり、ついには摂氏165度に。それでも水をかけながら施工した。ダイナマイトは摂氏40度で爆発します。自然発火による爆発などが相次ぎ、まさに命懸けで工事を成し遂げた。

黒部川第三発電所は今も使われています。われわれの大先輩たちが命懸けでやってくれた仕事のおかげで電力が今も賄われています。その電気は誰がつくっているか。元をたどれば土木

人」の話もよくします。旅人が3人のレンガ職人に出会う。何をしているのか聞くと、1人目は「一日中レンガ積んでいる、つまらない仕事だ」とこぼす。2人目の職人は「壁をつくっている。大変だが、この仕事で家族を養っていく。愚痴を言つたらバチが当たる」と言う。3人目の職人は「教会のレンガを積んでいる。信者のよりどころとなる壮大な大聖堂を造っているんだ」と生き生きとして答えたという話。何のためにその仕事をするのか、それがどのように社会に貢献するの

者が自ら図面を描くケースは大きく減つたのではないでしょうか。そうした時代の設計技術者に向けて、メッセージをお願いします。

エンジニアの力によるものです。われわれの仕事は皆の生活を支えている。決して小さな歴車ではないということを、ぜひ同僚や後輩に伝えてもらいたいですね。

山上——はい。津波で被災したまちの復興という明確な目的がありましたから、仕事の意義を把握しやすかつたですね。東京五輪へ向けたトンネルの施工を担当したときも、完成後に多くの方が利用することを思いながら仕事をしていました。

くなるのです。

工事で一番過酷だったのは終盤。掘削のたびに切羽の岩盤温度が上がり、ついには摂氏165度に。それでも水をかけながら施工した。ダイナマイトは摂氏40度で爆発します。自然発火による爆発などが相次ぎ、まさに命懸けで工事を成し遂げた。

黒部川第三発電所は今も使われています。われわれの大先輩たちが命懸けでやってくれた仕事のおかげで電力が今も賄われています。その電気は誰がつくっているか。元をたどれば土木

人」の話もよくします。旅人が3人のレンガ職人に出会う。何をしているのか聞くと、1人目は「一日中レンガ積んでいる、つまらない仕事だ」とこぼす。2人目の職人は「壁をつくっている。大変だが、この仕事で家族を養っていく。愚痴を言つたらバチが当たる」と言う。3人目の職人は「教会のレンガを積んでいる。信者のよりどころとなる壮大な大聖堂を造っているんだ」と生き生きとして答えたという話。何のためにその仕事をするのか、それがどのように社会に貢献するの

藤本——話を伺つて、図面とは、設計の要点や勘所を的確に表現したものだと改めて認識を持ちました。ただへり後、図面はCIMになつていきますCIMでつくつた3Dモデルを渡して、それで施工するようになると、今までの図面の良さが消えてしまふよくなりがないか、気になつています。

できたら素晴らしいことだと思います。しかしながら、それを可能にするためのソフトウェアなどのツールの開発が追いついていない。それ以前にCIMに関する規格を統一する必要があると思います。設計者は今のうちに3次元データを使い慣れておくことは必要だと感じています。

タント、施工者との間でCIMへ
要求度などにまだ差があります。例へ
ば大規模な土工では、無人化施工が

〔執筆〕三上 美絵
〔撮影〕橋本 美花

エンジニアの力によるものです。われわれの仕事は皆の生活を支えている。決して小さな歴車ではないということを、ぜひ同僚や後輩に伝えてもらいたいですね。