JCM MONTHLY REPORT
JCMマンスリーレポート

目　　次

2008.11　Vol.17 No.6

特集　工事一時中止ガイドライン
　　コンクリート標準示方書

表紙：写真は新桜宮橋（新銀橋）
大阪市
鋼単純ローゼ桁
（写真提供：川田工業㈱）

■特集
工事一時中止ガイドラインについて ……2
国土交通省　中部地方整備局　企画部　技術管理課　建設専門官　島崎　誠
土木学会編コンクリート標準示方書2007年版の改訂について ……4
㈱大林組　技術研究所　十河　茂幸
■第12回土木施工管理技術論文（優秀論文賞）紹介 ……10
極厚板を使用した大規模アーチ橋の現場溶接（全断面現場溶接）
日本橋梁建設土木施工管理技士会　川田工業㈱　現場代理人　鵜飼　昌一
■現場の失敗とその反省 ……14
ボーリング調査での失敗 ⑪－9
■連載特集　仮設構造物（土留め工）のはなし⑥　5．土留めのトラブル１ ……16
飛島建設㈱　土木事業本部　土木技術部　設計G　課長　荒井　幸夫
■図書案内 ……9
良いコンクリートを打つための要点（改訂第７版）
■各種募集 ……18
第13回土木施工管理技術論文・技術報告募集
■広告 ……20
㈶建設物価調査会

工事一時中止ガイドラインについて

国土交通省　中部地方整備局
企画部　技術管理課
建設専門官　島崎　誠

はじめに

公共工事の発注においては、工事用地の確保、地元調整・占用事業者協議等の各関係機関協議を整え、適正な工期を確保し発注することが基本となります。

しかし、一部の工事では、工事用地の確保ができていない場合や、各関係機関との協議が整っていない場合においてもやむを得ず条件明示を行い発注するなど、請負者の責によらない事由により施工ができない場合があります。

このような場合には、発注者が工事の施工を中止させなければ、中止に伴って必要とされるはずの工期又は請負代金額の変更は行われず、増加費用等の負担も請負者が負うことになるばかりか、品質確保のための環境も損なわれる恐れがあります。

この「工事一時中止ガイドライン」は、請負者の責によらない事由である「工事用地等の確保ができないため」、「暴風、豪雨、洪水、高潮、地震、地すべり、落盤、火災、騒乱、暴動その他の自然的又は人為的な事象のため」、及び「発注者が必要であると認めるときの工事の中止」について、適正な対応を行うために請負者・発注者双方の共通認識を深めることを目的としてとりまとめたものです。

工事一時中止の基本フロー

発注者の中止指示義務

請負者が工事を施工する意思があっても施工できない場合には、発注者が工事の全部又は一部の中止を命じなければなりません。

このような場合に発注者が工事を中止させなければ、中止に伴い必要とされる工期又は請負代金額の変更は行われません。

請負者・発注者の十分な理解のもと適切に中止指示されることが必要です。

中止・再開の通知、基本事項の指示

発注者は工事を中止するにあたっては、中止の対象となる工事内容、工事区域、中止期間の見通し等の中止内容を請負者に通知しなければなりません。また、工事現場を適正に維持管理するために最低限必要な管理体制等の基本事項を指示することとなります。

発注者は工事を再開するにあたっては、請負者に通知しなければなりません。なお、中止の通知の時点では中止期間が確定的でないことが多く、工事中止の原因となっている事案の解決に要する時間を検討し、再開できる時期を通知する必要があります。

基本計画書の作成

請負者は工事の中止を通知された場合には、中止期間中の工事現場の維持・管理に関する基本計画書を作成し、発注者に提出しなければなりません。また、発注者は提出された基本計画書を確認し、承諾する必要があります。

基本計画書に記載する内容は、次のとおりです。

◇中止時点における工事の出来形、職員の体制、労働者数、搬入材料及び建設機械器具等に関すること

◇中止に伴う工事現場の体制の縮小と再開に関すること

◇中止期間中の工事現場の維持、管理に関すること

◇中止した工事現場の管理責任に関すること

なお、中止した工事現場の管理責任は、請負者に属することとなります。

請負代金額又は工期の変更

発注者は工事を中止させた場合において、必要があると認められるときは、請負代金額又は工期を変更しなければなりません。

従って、工事の全部及び一部の中止においても、中止がごく短期間である場合、中止が部分的であって全体の工事の施工に影響がない場合等例外的な場合を除き、請負代金額及び工期の変更を行う必要があります。

なお、工期の変更期間につきましては、原則として、工事を中止した期間としていますが、地震、災害等の場合は、片付け期間や復興期間を考慮して工期延期する場合もあります。

増加費用又は損害（以下、増加費用等）の考え方

発注者が工事を中止させた場合において、中止に伴う増加費用等が発生した場合は、請負者は請求することができます。

従って、請負者から請求がない場合には、中止に伴う増加費用等の発生がないものと見なされてしまいます。

増加費用等として積算する範囲は、次のとおりです。

◇工事現場の維持に要する費用

◇労働者、建設機械器具等を保持するための費用

◇工事現場の体制の縮小に要する費用

◇工事現場の体制の再開準備に要する費用

増加費用等の算定は、請負者が基本計画書に従って実施した結果、必要とされた工事現場の維持等の費用の明細書に基づき、費用の必要性、数量などを請負者・発注者が協議して定めることとなります。

おわりに

「工事一時中止ガイドライン」「設計変更ガイドライン」（2008. 9 月号で紹介）は、請負者・発注者が公共工事の請負契約において、各々の対等な立場で公正な契約を締結し、誠実に履行するための双方向のガイドラインです。

このガイドラインにより請負者・発注者の良好なパートナーシップが構築されることを望むとともに、さらなる関係者への周知徹底を図っていきたいと思います。

土木学会編コンクリート標準示方書 2007年版の改訂について

㈱大林組　技術研究所
十河　茂幸

1．土木学会コンクリート標準示方書の役割

示方書は、構造物を造るための基本技術が示され、公共機関の工事標準仕様書などに引用されています。一般的に、工事標準仕様書にはコンクリート工事についての詳細な記述がなく、多くの場合は土木学会コンクリート標準示方書などに準じて作業が進められるように示されています。そのため、コンクリート標準示方書の中でも施工編は、コンクリート施工の標準として永く参考にされ続けています。

コンクリート標準示方書は、昭和 6 年制定以来、コンクリート構造物の計画、設計、施工、維持管理のあるべき姿を示し、改訂を重ねられ、わが国のコンクリート技術の進歩に貢献してきました。今回の改訂では、2002年以降の技術の進展を加え、性能規定型の示方書を基本としながら、実務に供するための技術標準として、その役割を全うするための改訂がなされています。

2．2007年版示方書の構成と施工編の位置づけ

今回の改訂において、示方書の構成は、［設計編］、［施工編］、［維持管理編］、［ダムコンクリート編］、および［規準編］となりました。

設計編は、［本編］、［標準］、［参考資料］に区分され、［本編］は性能照査を行う方式で示され、［標準］は適用範囲を限定することで、より簡易な手法で性能照査を満足する方法を示しています。また、［参考資料］は、［本編］の理解を助けるための説明や事例などを示しています。設計では、構造物に要求される耐久性、安全性、使用性、復旧性、環境および景観などが設定され、これまで施工編で示されていた耐久性の照査が設計編で扱われることにな

り、それに伴い、初期ひび割れも同時に照査されることになりました。

施工編は、［本編］、［施工標準］、［検査標準］、［特殊コンクリート］の構成です。平成８年版までに施工の標準として示されていた内容は、［施工標準］に示され、これに準じて施工すると、普通の構造物で一定の品質の構造物が構築できると考えることができます。しかし、標準的な方法が合理的とは限らず、特殊なコンクリートにより合理的な方法を選択する場合は、［特殊コンクリート］を参考とし、さらに自由度のある施工を選択する必要があれば、［本編］で性能を照査することでそれを可能にしています。

維持管理は、構造物が竣工後に施工会社から発注者に引き渡された時点から始まります。［維持管理編］は、第一部「維持管理」では、維持管理を適切に実施するために必要となる実施体制の構築ならびに維持管理計画の策定に関する具体的記述を示し、設計基準の変更により既存不適格となる構造物への対応についても記載されています。第二部「劣化機構別維持管理」は、中性化、塩害、凍害、化学的侵食、アルカリシリカ反応、疲労、すり減りなどを生じる構造物などを対象としています。

「ダムコンクリート編」は、今回の改訂で第一部「性能照査」、第二部を「標準」としています。

改訂の詳細は、土木学会コンクリートライブラリー129「2007年版コンクリート標準示方書改訂資料」を参照してください。

３．［施工編］の改訂概要

３．１　コンクリートの特性値と参考値

今回の改訂で、施工編から設計編に「耐久性の照査」と「初期ひび割れの照査」が移行しました。設計時の耐久性の照査で定められたコンクリートの特性値（たとえば中性化速度係数、塩化物イオンの拡散係数、凍結融解作用に対する相対動弾性係数、収縮特性など）と、ひび割れの照査の前提としたコンクリートの材料と配合の値（配合条件）が参考値として示されます。施工編では、設計編で前提とされた「コンクリートの特性値」を満足することが要求されますが、設計段階では、この特性値が得られるような材料と配合を定めても、実現場では、設計段階で想定された材料が得られるとは限りません。そこで、設計で示した材料や配合は「参考値」として示され、特性値を満足することを条件に変更することができます。つまり、現場に適した材料と配合に変更できることになっています。

３．２　コンクリートのひび割れ抵抗性

コンクリートのひび割れ抵抗性を把握するには、使用材料（セメント、骨材、混和剤、練混ぜ水など）と配合条件（粗骨材の最大寸法、水セメント比、単位セメント量、空気量など）から、各材料の単位量を用いて初期ひび割れの発生する可能性を解析する必要があります。解析では、コンクリートの収縮特性と、施工条件などから定まる拘束条件から発生する応力を計算し、その値がコンクリートの引張強度を超えなければひび割れが生じないと判断します。示方書では、設計時にコンクリートの収縮特性を測定あるいは資料から想定してひび割れを施工の前に予測し、必要に応じて対策を講ずるように示されています。

設計編では、コンクリートの収縮特性を測定することを前提としていますが、測定しない場合は終局乾燥収縮量を1200 μ として設計するように示しています。この値は、通常のレディーミクストコンクリートではコンクリートの乾燥収縮量（７日間の湿潤養生後に６ヶ月間湿度60 ± ５％、温

表－１　［施工標準］で対象とする標準的な施工方法[1)]

作業区分	項目		標準
運搬	現場までの運搬方法		トラックアジテータ車
	現場内での運搬方法		コンクリートポンプ
打込み	自由落下高さ(吐出口から打込み面までの高さ)		1.5m以内
	一層当りの打込み高さ		40～50cm
	許容打重ね時間間隔	外気温25℃ 以下の場合	2.5時間
		外気温25℃ を超える場合	2.0時間
締固め	締固め方法		内部振動機
	内部振動機の挿入間隔		50cm程度
	内部振動機の挿入深さ		下層のコンクリートに10cm程度
	一箇所当りの振動時間		５～15秒

度20±３℃の条件での測定）が1,000μ以下であることから定められたもので、この値に自己収縮や６ヶ月以降の乾燥量などを加味した値です。

３．３　適切なワーカビリティー

表－１は、施工標準で対象とする標準的な施工方法で、従来から示方書［施工編］で推奨されている値です。ここで示されている標準的な施工方法で、コンクリートの目標スランプを８cmとすれば、良いコンクリート構造物が施工できるというのが土木構造物の常識となっていました。しかし、耐震設計の見直しなどにより、過密配筋のコンクリート構造物が増加するなど、施工条件が厳しくなるケースも増え、スランプを適切に変更できるよう示方書に標準的な指標を示しました。今回の改訂では、「充てん性」の概念を明確にし、さらに施工に必要な「最小スランプ」という概念を導入して、構造物の部位ごとに適切な最小スランプ値を明示しています。

(1)　充てん性

ワーカビリティーは、流動性と材料分離抵抗性のバランスから定まる「充てん性」と、「ポンプ圧送性」、「仕上げのしやすさ」やコールドジョイントのでき難さに影響する「凝結特性」の要素で構成されます。

図－１は、コンクリートの充てん性の概

図－１　コンクリートの充てん性を決めるスランプと材料分離抵抗性[2)]

表－2　打込みの最小スランプの目安の例（柱部材）[1)]

かぶり近傍の有効換算鋼材量[1)]	鋼材の最小あき	締固め作業高さ		
		3 m未満	3 m以上 5 m未満	5 m以上
700kg/m³未満	50mm以上	5	7	12
	50mm未満	7	9	15
700kg/m³以上	50mm以上	7	9	15
	50mm未満	9	12	15

1）かぶり近傍の有効換算鋼材量は、下図に示す領域内の単位容積あたりの鋼材量を表す。

念を示すもので、スランプを大きくすれば流動性が高まりますが、逆に材料分離は大きくなり、そのバランスのよいところが充てん性に優れることを意味しています。スランプを大きくすれば、流動性がよくなり過密配筋でも充てんしやすいのですが、材料分離が大きくなると逆に骨材がかみ合って充てん性が損なわれるので、スランプを大きくすると同時に、材料分離抵抗性を増加させる必要があります。材料分離抵抗性は、本来はいろいろな要素で決まりますが、ここでは便宜的に最も影響の大きい単位粉体量（あるいは単位セメント量）で考慮することとしています。なお、単位セメント量の増加は、温度ひび割れのリスクが大きくなり、そのためには低発熱性の粉体を用いることが望ましいことになります。

(2)　最小スランプ

表－2は、柱部材において推奨される最小スランプで、配筋状態と施工条件に応じて最小スランプを選定できるようになっています。今回の改訂では、スラブ、柱、はり、壁、PCなどの各種の部材ごとに、このような表を示し、その中から適切な最小スランプを選定できるようにしています。ここで示される最小スランプとは、充てん性を確保できる打込み時の下限を意味しています。したがって、レディーミクストコンクリートを使用する場合は、荷卸し以降のスランプの低下を見込むとともにレディーミクストコンクリートのスランプの変動幅を考慮して注文しなければなりません。なお、表中の有効換算鋼材量とは、鋼材の過密な箇所を定量化するための新しい指標

であり、充てん性に影響する局部的な配筋量を評価するものです。また、締固め作業高さとは、図－2に示すように、締固め作業をする作業者の位置により作業効率が異なることを評価して目標とする最小スランプを変更するための指標です。

図－3は、打込み時の最小スランプと荷卸し時の目標スランプの関係を示したものです。

図－2　部材内部に作業員が入る場合の締固め作業高さ

3．4　配合の用語の変更

「示方配合」や「現場配合」という一般的な用語でさえ、現場では教科書の定義からは離れ、さまざまに解釈され、統一されていないことが実態調査で明らかになりました。そこで、今回の示方書の改訂では、「配合」の用語だけ残し、たとえば、「設計時に想定した配合」とか、「試し練りで定めた配合」とか、「本日の配合」といったように、用語を定義しないで表現することとになりました。

3．5　品質管理と検査の要領

コンクリート構造物の品質を確保するには、品質管理が重要です。品質管理は、施工者が行う自主的な技術活動であるため、示方書ではあえて記述を避けていました。しかし、[施工編：施工標準] を施工者が用いるものと位置づけたため、施工標準の中に品質管理の章を設け、品質管理計画作成に役立つように配慮しています。

検査標準は、発注者がそのまま仕様に落とせるように具体的な検査の標準的方法を

図－3　作業の流れとスランプの変化の概念[1)]

示しています。ここでは、検査の体系を示し、それぞれの標準的な方法と検査の頻度を示していますが、検査方法は規格化された方法であっても、検査頻度は材料の品質管理状態や受注者の信頼性により、頻度を適切に定めるように示されています。

4．よいコンクリート構造物を提供するために

コンクリートの特性値を示して耐久性を照査したこと、参考値を示して初期ひび割れを照査したことは、設計者と施工者のそれぞれの責任を明確にすることが期待できるためです。その結果、設計者は施工段階での手戻りが少なくなるように施工条件を考慮し、施工者は設計で意図された構造物の要求性能を意識することが可能となり、設計と施工の連携が強化されることになります。このように責任を明確にすることにより、耐久性に優れたコンクリート構造物を構築されることが期待できます。

【参考文献】

1） 土木学会編：2007年制定「コンクリート標準示方書」［設計編］、［施工編］、［維持管理編］、［ダムコンクリート編］、2007.12

2） 土木学会編：2007年制定「コンクリート標準示方書」改訂資料、コンクリートライブラリー第129号、2007.12

図書案内　　***インターネットから注文できます。***

良いコンクリートを打つための要点（改訂７版）

（平成１８年１１月発刊）

編者　㈱大林組技術研究所　十河　茂幸

コンクリート構造物の設計と性能の照査・検査を追加、各種データを更新B５版で大変読みやすくなりました。

コンクリートに携わる技術者の方や土木施工管理技士、コンクリート技士・主任技士、コンクリート診断士等の受験を予定されている方には、大変参考になります。

一般価格：2,800円　会員価格：2,470円（送料込み）

第12回土木施工管理技術論文【優秀論文賞】紹介

極厚板を使用した大規模アーチ橋の現場溶接（全断面現場溶接）

日本橋梁建設土木施工管理技士会
川田工業株式会社
現場代理人　鵜飼　昌一

1．はじめに

シンボル的橋梁に併設された橋梁建設において、現橋形式を尊重したデザインの制約で可能な限りスレンダー構造とした大規模アーチ橋であった。

この橋の最大の特徴はアーチリブ・補剛桁等、主要部材の断面寸法が限定されるため、小断面にて極厚板（板厚 49～82mm 材質 SM570、SM520）を使用した。そのため現場継手は、ボルト接合を用いた場合に、ボルト本数が非常に多くなり、継手設計が不可能（長尺多列ボルト）となること、および景観性にも優れていることから100%現場溶接継手とした点である。

最近では、少数主桁や細幅箱桁などの厚板を多用する鋼橋が主流となっており、本橋での現場溶接の経験を施工管理と品質管理の面より考察し、今後の現場溶接技術の向上に役立てることを目的として報告するものである。

写真－1　架設完了時の全景

橋梁諸元は、鋼単純ローゼ桁（鋼重 W＝2,550t、支間L=147.6m、総幅員 B=19.7m、主構間隔21.5m）である。

2．現場溶接の施工

補剛桁及びアーチリブの主部材全ての継手に対して、全断面現場溶接を採用した。各部材断面の溶接順序、および全体系における各継手の全体の溶接順序が、構造物の品質に多大な影響を与える。

すなわち、溶接による収縮（溶接割れの発生）・形状変形（角変形･やせ馬・目違い）や残留応力（性能不良・疲労）が、継手の性能と品質を損なうため、これらの影響を最小限にする施工管理と品質管理が重要となる。以下に主な留意事項を記述する。

2．1　全体の架設順序と溶接順序

全体の架設順序と溶接順序については、（第１案：アーチリブを両端より溶接する）

①補剛桁の組立と溶接

②アーチリブの組立・溶接

③誤差を吸収した閉合部材の製作・溶接

（第２案：アーチリブを中央より溶接する）

①補剛桁・アーチリブの組立

②中央より対称に補剛桁・アーチリブを溶接の２案について比較検討し、（第２案）を採用した。

各案の主な特徴は、（第１案）の場合、アーチリブ中央の閉合ブロックを残して両

図－1　全体の溶接順序

側の溶接を完了させた後、閉合ブロックを溶接するため、両側の溶接収縮の和が変形量として残存する。

一方、（第２案）の場合、橋梁中央部より端部に向かって対称に溶接を行い、溶接収縮を端部（自由端）に逃すことで収縮による全体系での変形をより少なくできる。図－１に全体溶接順序を示す。

第２案の決め手は、

①溶接収縮を中央より端部に逃すため、全体系での変形が少なく主構造への影響が軽減できる。

②第１案は、閉合ブロックを最後に溶接するため、応力が残り実測反映する製作効果が半減する。

③補剛桁とアーチリブの同時施工により施工日数の大幅短縮が可能となる。

④第１案に比べ、アーチリブ架設前の補剛桁溶接期間の待機がなくなるため、大型クレーン損料期間を大幅に短縮できる（経済性）と考えた。

全断面溶接による収縮については、これまでの実績から１継手２mmとし平行収縮するものとした。

２．２　継手断面の溶接順序と溶接方法

溶接変形も残留応力も局部的な膨張、収縮に伴う熱応力の発生と、それによる変形が原因で生じるため、その原因を取り除かれると残留応力は除去されると考え、各継手断面の変形防止として高剛性エレクションピースと開先面の４隅にメタルタッチ（フェーシング仕上げ）を設けて仮組形状の再現を図るとともに応力解放のツールとした。

各継手断面の溶接順序は、フランジからウエブへと対称に行い、フランジ溶接による収縮と残留応力は、メタルタッチ部の除去時に解放されると考え、ウエブ溶接前に撤去した。

ウエブ溶接による応力に関しては、高剛性エレクションピースを撤去した時に除去

図－2　各段面の溶接順序

されると考え決定した。図－2に溶接順序を示す。

その際に、溶接順序による収縮量と応力解放を考慮して、ルートギャップ（開先隙間）をフランジ4 mmウエブ6 mmと決定した。

溶接収縮応力の想定に対し、溶接施工試験により実現性を確認し、現場での溶接時は収縮量と入熱量を逐次確認しながら施工を行った。

2．3　溶接条件

溶接条件を表－1に示す。

鋼材は、降伏点一定鋼を使用した。特性は、板厚が40mmを超えるような厚板であっても、降伏点または耐力の下限界値が板厚によって変化しないことを保証した鋼材である。

そして、添加元素量のコントロールによる予熱低減を図っている低PCM（溶接割れ感受性組成）指定鋼とし、厚板使用での水素による遅れ割れの防止に配慮した。

表－1　溶接条件

現場溶接箇所（全86継手）	補剛材	44継手
	アーチリブ	40継手
	端横桁	8継手
使用鋼材	SM570-H，SM520-H	
使用板厚	49～82mm	
溶接延長	521m（6 mm換算では41.5km）	
溶接方法	ガスシールド（CO_2）アーク溶接	
溶接姿勢	フランジ	下向き（半自動溶接）
	ウェブ	立向きと横向き（全自動溶接）

溶接材料は、全姿勢で初層、最終層とも、綺麗な裏波が得られ良好なビード外観と形状が得られ、高性能施工が可能なフラックス入りワイヤーを選択使用した。

溶接環境は、ガスシールドアーク溶接作業時に風の影響でシールド不足となり溶接の品質欠陥が発生しやすくなるため、溶接作業に悪影響を与えない現場風防設備内と箱桁内の作業とした。

風防設備は、部材に沿って流れてくる風に対しても細心の注意を払い、内部を防炎シートで養生した。

また、作業員が長時間同じ体勢で作業を行う為、作業床が十分に確保出来るように工夫した。

開先形状は、V型溶接部（下向き、立向き）、レ型溶接部（横向き）とし、その精度は溶接施工試験で最大間隔を設定し確認した。

開先角度を目標値±5°（規定値±10°）、ルート間隔を目標値＋5～－3 mm（規定値±1 mm）、目違いを目標値3 mm以下（規定値5 mm以下）と設定した。（　）内は道示規定値。

3．溶接時の品質管理

溶接のパス数が50～120パスと多層盛であり、入熱による低材質化やぜい化・じん性低下を防ぐため、入熱量管理とパス間温度確認に細心の注意を払った。

多層盛り溶接では、下層溶接ビードの温度が著しく高い状態のままで、上層溶接ビードを累積していくと加熱状態となり冷却速度が遅くなり過ぎ、溶接金属とボンド部（熱影響部と溶接金属の境界）のじん性を低下させ、溶接部の強度低下を招く場合が

表－2　溶接入熱管理

〔下向き〕

	電流(A)	電圧(V)	速度 (mm/min)	入熱量 (J/mm)
初層	180～230	20～28	60～150	6,400以下
中間・仕上層	200～350	20～36	150～350	5,040以下

〔立向き上進〕

	電流(A)	電圧(V)	速度 (mm/min)	入熱量 (J/mm)
初層	170～220	19～25	30～150	7,000以下
中間・仕上層	180～250	20～35	35～200	7,000以下

〔横向き〕

	電流(A)	電圧(V)	速度 (mm/min)	入熱量 (J/mm)
初層	180～230	20～28	50～300	7,000以下
中間・仕上層	200～350	20～37	100～600	7,000以下

あるため、許容されるパス間温度の上限を250℃以下と設定した。

また、溶接入熱を増大した場合、溶接熱でピーク温度に達した後の温度低下速度が遅くなるため、溶接金属やHAZ（溶接熱影響部）のじん性や強度が低下する。その対策として、入熱制限を1パスの入熱量を7,000J/mm以下と設定した。

溶接条件として、溶接施工試験より溶接電流・アーク電圧・溶接速度の管理値を決定し、入熱量の管理をした。ただし、この範囲の中心値が、常に最適値とは限らず溶接物の状況により高めや低めの電流・電圧設定が望ましい事もあるため、最適の溶接条件で施工するように作業者への指導教育に努めた。表－2に溶接入熱管理を示す。

これらをプロセス管理するため開先精度の確認・溶接時の品質管理（入熱量・収縮量・直線度・角変形量）を継手全線にわたって管理シートにまとめた。

4．維持管理への配慮

ウエブとフランジの交差部は、一般的に「溶接欠陥発生を押さえるためのスカーラップ」を用いるが、疲労強度を低下させるとともに景観や維持管理の面でも支障を来たす。

そこで、腹板に「スリット加工部」を設け完全溶け込み溶接とした（写真－2参照）。

写真－2　スリット部マクロ試験片

この角溶接部（スリット部）の完全溶け込み溶接の品質を保証するため溶接施工試験で再現性を確認し溶接順序を決定した。

5．スリット構造の溶接手順

①溶接前の状況。上からウエブの開先、メタルタッチ部、スリット部、下フランジの開先を示す。

②エンドタブを用いて下フランジの溶接が完了した状況。

③メタルタッチ部の除去後に開先面を形成した状況（この時点で下フランジ溶接に

写真－3　溶接手順

よる残留応力が除去されたと考えられる)。

④ウエブの溶接とスリット部の溶接を交互に行った溶接完了の状況。この後、エレクションピースを撤去してウエブの溶接による応力が開放されたと考えられる。この後、グラインダー仕上げで完了。

6．おわりに

アーチ橋の極厚板仕様の全断面現場溶接継手は、国内では実績のない施工であり最新の技術にて施工を行った。品質検査結果も全継手箇所の開先形状、変形量、非破壊検査結果等、許容値内に極めて高い精度にて完成した。

今後の現場溶接技術の向上に役立つ反省点を、以下に示す。

① エレクションピースの高剛性化により 足場設備上での撤去作業が困難となった。(最大で200kg)

→エレクションピースの構造改良（軽量化を図る工夫）

② スリット溶接（片開先）は、狭小部での溶接量が集中した部位となるため、開先裏面近傍の工場溶接（すみ肉溶接12mm）に応力集中あるいはひずみ等の影響が発生しないよう細心の管理を行った。

→スリット構造の改善（溶接量の低減が図れるような開先形状の変更等）

今回は、特殊な条件下での溶接構造となり、貴重な実績となった。今後は、施工時間・コスト・構造等の検討に加えて施工性にも着目し、高品質な溶接管理を目指し、努力して行きたい。

現場の失敗とその反省 ⑪-9

ボーリング調査での失敗

1．工事内容

今回私が紹介する失敗事例は一般国道の橋梁下部工の工事で起きたことである。

Ａ１橋台部：岩盤が露出しており重力式擁壁橋台で、岩盤掘削を行い均しコンクリート打設後直基礎

Ｐ１橋脚：河川の中央部にあり、調査ボーリングにより砂礫層の下に岩盤がある。オープンケーソンを沈めて、岩着部に橋脚基礎を築く。

Ａ２橋台：砂礫層が厚く、径600mmの鋼管杭を支持層まで打ち込む。

2．工事の経緯

工事の失敗はＰ１橋台で起こった。

河川中央部に築島の盛土を行い、センター測量後に橋脚位置出しを行い、ケーソンの躯体コンクリートを打設した。その後養生期間を置いて、オープンケーソンである為クラムシェルで、中掘り掘削を行いながら沈下させていた。又、４m近く沈下したところで、沈下速度の促進を図る為H鋼の載荷を行った。ケーソンセンターの偏芯を、縦断方向・横断方向とも日々観測を行い記録していた。5.50m附近でケーソンのセンターが、15cmＡ２橋台側に移動していることに気づく。直ちに潜水夫を潜らせて、ケーソンの刃先部を調査すると、Ａ１橋台側に岩盤が露出しており、Ａ２橋台側は砂

礫層で過堀となっていた。その為にＡ２橋台側に偏芯（移動）を起こしたと考えられる。早急に偏芯を正しい位置に戻すべき対策として、ケーソン内の水位を出来るだけ下げ（水中発破孔を削孔する為）Ａ１橋台側に露出している岩盤部に、水中発破用削孔を行い、Ａ２橋台側の掘削はＡ１橋台側の掘削面（削孔長）より高くし、又、H鋼の載荷をＡ２橋台側よりＡ１橋台側を２：３の割合で重くし、水中発破を行うと１回で約10cmの偏芯となり、同じ事を三回繰り返す事により定位置に戻すことが出来た。

３．原因

①地質調査のボーリングがジャストボーリング（Ｐ１橋脚センター）のみである。

②地質調査で弾性波探査が行われていない。

③岩盤線はジャストボーリング（Ｐ１橋脚センター）の採取コアーの地盤高を結んで推定岩盤線としている。

概略図（2）

④ジャストボーリングだけで推定岩盤線の傾きを決定するのは無理がある。

4．反省

地質調査ボーリングはジャストボーリングを行っても、推定岩盤線の把握が出来ない場合もある。

ケーソンの中心点から下記概略図(2)のように4隅に追加ボーリング調査をするべきであった。

特に今回のように基礎構造が場所ごとに変わる場合特に注意を払う必要がある。

「仮設構造物（土留め工）」のはなし⑥

5．土留めのトラブル1

飛島建設㈱　土木事業本部　土木技術部　設計G
課長　荒井 幸夫

最近、雑誌やホームページに、品質不具合、事故あるいはトラブルの生々しい記事が出ています。以前はニュースになりにくく、たまに事例などが紹介される場合も、工事名や企業者、施工者などは伏せて報告されることがほとんどでした。ところが今日ではコンプライアンス上、隠し事ができなくなったことにより、私たちは様々な情報が得られるようになりました。しかし、こうした情報が公開される反面、裁判や損害賠償といった、責任の所在を追求しようということも多くなりました。これまでは、トラブルの原因をとかく技術論で解決しようとの向きがありました。それは計画、設計、施工を担当する技術者達が一体となって問題に取り組んでいたためです。現在ではこれまでの良き関係から契約社会に移行しつつあります。

ともかくトラブルや事故は誰のためにもなりませんので、極力これを回避しなければなりません。

トラブルの背景

本体、仮設を問わず、トラブルの遠因としては設計段階、施工段階のそれぞれで、工期、工費の縮小がありますが、さらに重大なのが技術力の低下ではないでしょうか。

事故やトラブルが起こった場合、“やっぱり起こった”、“思ってもみなかった”、に分けられるのではないかと思います。なかには、“おかしいと思ったができればうまくいって欲しかった”、ということもあるかもしれません。しかしトラブルが起こった以上、最終的には必然的に起こったことになります。そしてそれらを事前に予測し、未然に防ぐのが技術力ではないかと思います。そして、過去のトラブル事例や起こったトラブルを分析し、知識と経験を積み重ねることにより未然に防止できるようになるはずです。

仮設は本体構造物と違い、目的構造物ではありませんので、経済性がより強く求められます。そのため、仮設の設計では許容応力を割り増しします。その結果、部材の許容応力度は降伏応力度に近い値となっています。また、施工時の荷重や地盤の特性など不確定要素もあります。さらに、完成

形だけでなく、各施工段階で検討していく必要があります。そのため、計画・設計・施工のミスがトラブルにつながりやすいと言われています。

土留めのトラブル

土留めにおいても、事故やトラブルの直接の原因は、ほとんどが人為的なミスです。それは、調査・計画、設計、施工の各段階で要因があります。表－１に各時点でのミスがどのようなトラブルになるのかを記します。この表は地盤工学会[1]の事例から単純ミスを除いて作成しました。また、ヒービングやボイリングなどの底面の安定に関係するもの、近接構造物への影響は除いています。それらについては前回までに「底面の破壊」、「近接施工」で述べておりますので、ご参照下さい。

トラブルの未然防止

表－１にあるような土留めのトラブルは、たとえその原因が計画、調査、設計段階であろうと発生するのは施工段階です。これでは掘削初期まで、あるいは最終段階に近い状態でのトラブルが多くなっています。特に最終掘削段階に近い状態では最もアンバランスな状態になるということを認識しておく必要があるでしょう。初期では設計図書と現地との差異に注意が必要です。

また、一方ではミスは起こりえるものと考え、これを防ぐための照査が重要になってきました。設計者が行うこと、施工者が行うこと[2]のガイドラインがそれぞれ示されています。

品確法が施行されてから３年半が過ぎ、発注者、設計者、施工者で互いの責任範囲が明確化してきました。しかし、設計者の施工に関する知識、施工者の設計に関する知識が必要なことは一連の業務であれば当然のことです。受注金額の低減が、工期、工程に反映され、潜在的に危険な要素が増加しています。施工者においても専門業者への依存が大きくなる中、経験や知識に基づく現象把握能力などの個々の技術者の力量が問われています。

１）地盤工学会：トラブルと対策シリーズ③　根切り・山留めのトラブルとその対策、1995.
２）国土交通省中部地方整備局ホームページ（http://www.cbr.mlit.go.jp/architecture/kensetsugijutsu/pdf/design.pdf）

表－１　トラブル一覧表

発生時期	現象	原因	原因発生時点
土留め壁施工時	連壁施工時の溝壁からの逸泥	地質判断ミス	調査、施工計画
	連壁施工時の溝壁崩壊	地質判断ミス	調査、施工計画
	ソイルセメント壁の応力材高止まり	削孔精度不良	施工
地盤改良時	地盤改良時の土留め壁の変形	高圧噴射攪拌工法、圧力	施工計画
	地盤改良時の土留め壁の変形	高圧噴射攪拌工法、固化までのゆるみ	施工計画
	生石灰杭による周辺地盤変位	生石灰杭打設時の吸水膨張	施工計画、施工
掘削時	DWにより地下水位が低下しない	・調査不足、透水層見落としによる根入れ不足 ・不透水層不連続の見落とし	調査
	鋼矢板壁からの漏水、背面地盤沈下	・継手のかみ合わせ不良 ・継手の隙間	施工
	ソイルセメント壁の施工不良部分より水や土砂の流出	土質判断ミスによるソイルセメント壁の施工不良	調査、施工計画
	入隅部分のクラックから漏水	（弱点部、止水必要）	設計
	親杭横矢板からの漏水	地下水有無の判断ミス	調査、設計
	左右の土留め壁の変形異常	・異常降雨 ・背面地盤の上載荷重による偏圧の考慮なし	調査、設計
	切梁取付け位置で腹起しの局部座屈	スチフナーなし	施工
	背面地盤への薬液注入時の切梁座屈、ソイルセメント壁のひび割れ	薬液注入圧による側圧増加	施工