

# 1. 実物大構造物モデルの活用

技術支援課 松村真人、荒井千夏、加藤直継

## 1. はじめに

近年の急激な社会経済情勢の変化のなかで、行政の技術職員に求められる技術力は年々高度化・複雑化している。さらに、東京都ではベテラン職員の大量退職による職員数の減少により、現場のノウハウを直接吸収する機会の減少のみならず、現場経験の機会そのものが減少している。一方では平成23年3月の東日本大震災への対応など、現場で起きる課題に即応できる人材がより強く求められている。

公共施設の整備から維持管理までの各段階において必要な能力・技術力を有する職員を育成するためには、現場経験が不可欠である。そこで、「実物大の構造物を見る」ことにより現場実務経験を補完し、現場での技術的判断力や危機管理能力の向上を効果

的に図っていくことを目的として、平成22年12月に土木技術支援・人材育成センター（以下センターと称する）構内に実物大構造物モデルとして、コンクリート擁壁モデルと橋梁床版モデルを設置した。本報ではこれらのモデルの活用について報告する。

## 2. 実物大構造物モデルの活用で期待する効果

### (1) 実物大構造物モデルを活用する取組の意義

局職員に求められる技術力の元となる要素として、個人の知識や現場での経験、ベテラン職員からのノウハウの継承などが考えられる。現場実務経験の機会が減少している状況をふまえると、将来的には職員個人の知識によって経験の不足を補う割合が現状よりも増えると考えざるを得ない（図-1）。

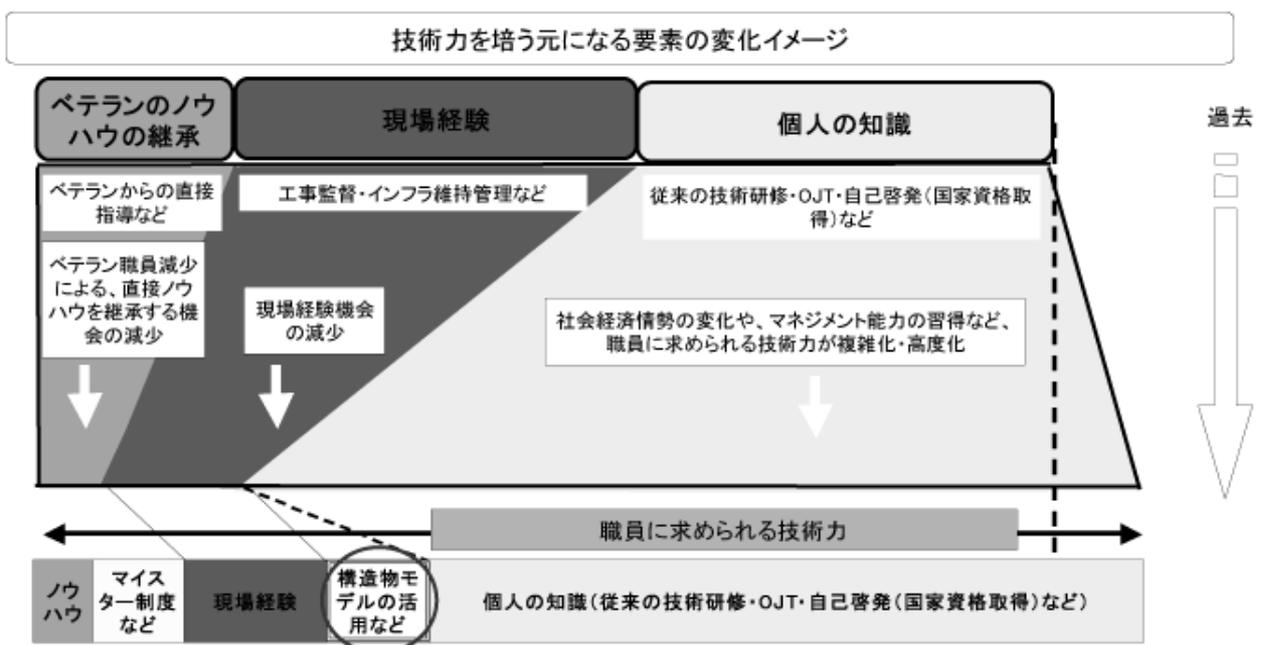


図-1 職員に求められる技術力の元になる要素

職員の技術力の維持向上を図るなかで、現場実務経験の機会の減少を補完するための取組として、以下のようなものが考えられる(図-2)。

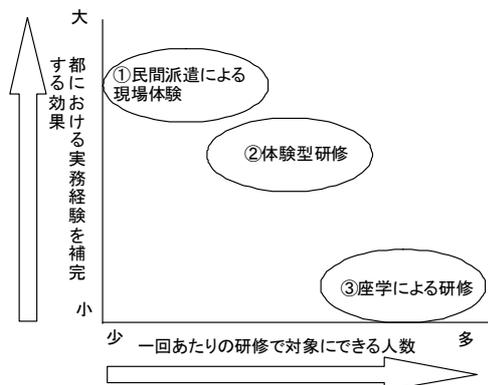


図-2 研修等の効果のイメージ

#### ①民間派遣による現場体験

都の現場ではないものの実務経験そのものであり、現場体験の密度は最も高い。一回に実施できる人数がごく限られるうえ、効果を得るためには一定の期間が必要となる。

#### ②体験型研修の充実・拡充

派遣による現場体験よりも密度は薄まるが、実際に業務を疑似体験する体験型研修は、現場見学と異なり実務を補完する効果が高い。座学と比較すると一回あたりの人数は少ないが、それでも数十名に現場体験を補完する機会を設けることができる。

#### ③座学による研修の充実・拡充

最も多くの人数に研修機会を設けることができるが、実務経験を補完する効果は最も低い。しかし、必要な知識を付与する効果は期待でき、必要な取組みである。

今後職員に求められる技術力の早期育成を図っていくためには、実際の構造物に「見て、ふれて、考える」ような、「②体験型研修」の強化が必要と考えられる。センターでは、これまでコンクリートの材料試験など「②体験型研修」に取り組んで来たところであるが、構造物の設計・施工管理や維持管理など、様々な課題に対応する現場実務を「擬似的体験」などの形で補完する研修の充実を図るため、実物大構造物モデルを設置した。

また、従来の「③座学による研修」についてもカ

リキュラムの見直しなどのさらなる充実を図っているところである。なお、「①民間への派遣」は、実施のためには受け入れ先の確保が必要であり、社会情勢をふまえて検討していくべきである。

#### (2)モデルの種類と期待する活用の効果(ねらい)

##### 1) 施工不良モデル(擁壁)のねらい

新たに構築するインフラに対し、設計・施工の実務における留意点を把握し、未然にミスを防ぐ技術力を養うことを目的とした、「施工不良モデル」として擁壁モデルを製作した。

この擁壁モデルを活用することで、コンクリート構造物の配筋ミスや施工時のミスなど、現場で起こりうる不具合により構造物にどれほどの影響がでるかを学習することができる。また、シュミットハンマーなどコンクリートの非破壊強度試験の演習を行うこともできる。

##### 2) 健全度不良モデル(橋梁床版)のねらい

今あるインフラ資産の劣化状態(メカニズム、原因)を把握し、効果的なメンテナンスの方法等に関する技術的判断力を養うことを目的とした、「劣化・損傷モデル」として、環状八号線高井戸陸橋の床版などを設置した。

コンクリート床版の疲労、耐久性、ひび割れの種類と原因などについて実物で学習することができ、架台を設置し、上下から観察することで、疲労破壊のパターンを理解できる。

##### 3) 事故等不具合事例の再現モデルのねらい

上記の実物大モデルに加え、工事現場などで起きやすい不具合や事故の事例などを簡易な材料によるモデルで再現するスペースを構内に設けた。平成23年度は道路工事現場の段差を解消するスロープの不具合を再現するモデルを設置している。維持管理や施工中の安全管理についての意識を高めることを目的としている。

### 3. 実物大構造物モデルの概要

#### (1) 擁壁モデル

擁壁モデルは、一般的なコンクリート構造物の施工に関わる部分で発生する代表的な不具合を再現し

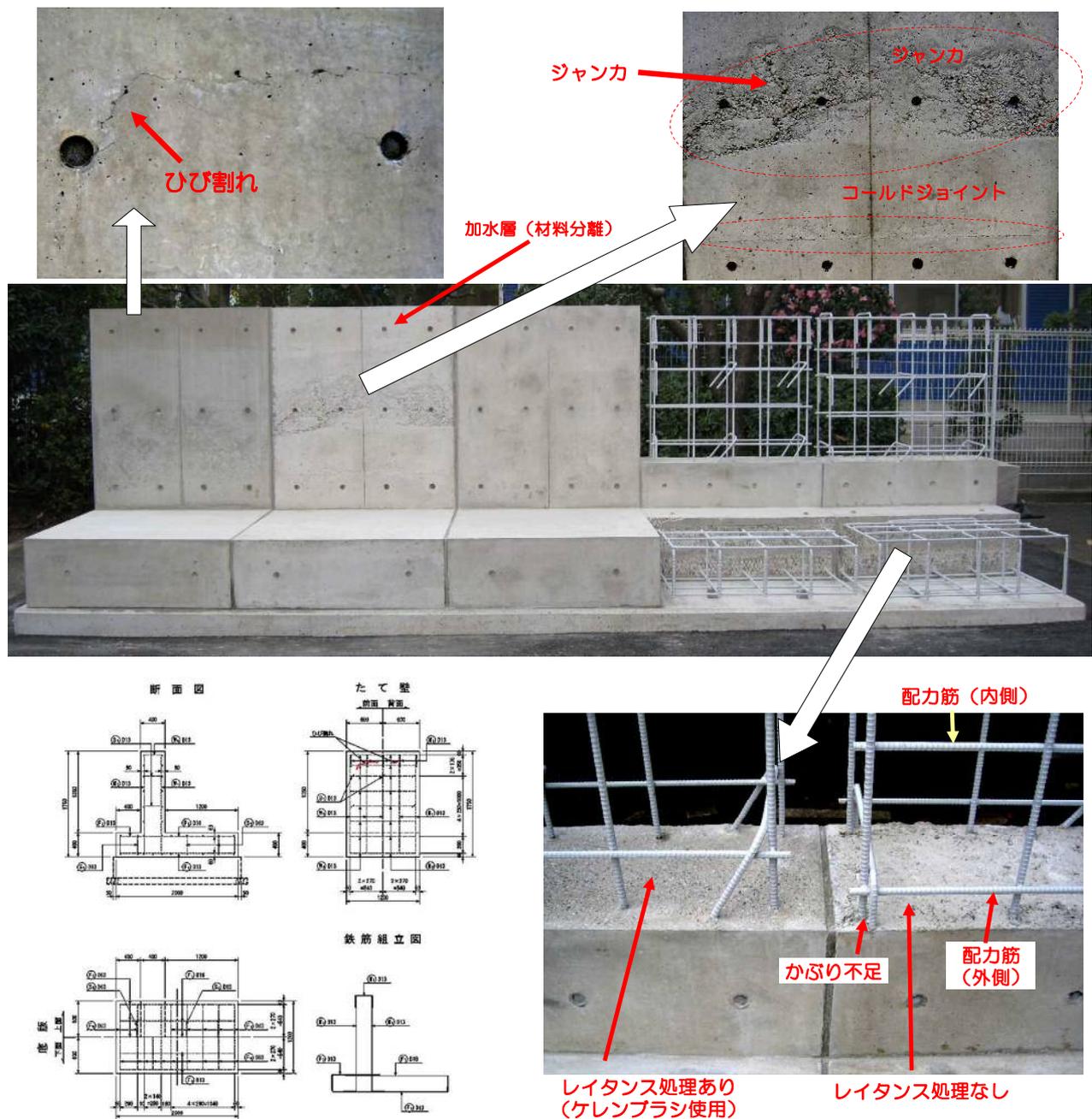


図-3 擁壁モデルの概要

ている。実際のコンクリート構造物を代表させた実物大の逆T型擁壁 (H1.75×L2.0) に、施工時に生じる以下の欠陥を、それらが発生しやすい部位で作成した(図-3)。

1) 温度応力によるひび割れ

コンクリート構造物の代表的な欠陥として、ひび割れを生じさせた。設置モデルのひび割れは、内部拘束および外部拘束によるひび割れを模擬して、水和熱上昇が著しい超速硬コンクリートを用いて発生させたものである(図-4)。

設置モデルでは、温度ひび割れの発生メカニズム

や、それを防止するための方策、発生した場合の補修方法などについて学習できる。

2) ジャンカ・コールドジョイント

コンクリート構造物の施工不具合の典型的な例として、ジャンカ、コールドジョイントを生じさせた(図-5)。コンクリート打設における施工管理上のチェックポイントが学習できる。

3) 加水モデル

近年問題になっているコンクリート構造物の欠陥として、打設時に単位水量×20%相当を加水し材料分離を生じさせたモデルである(図-5)。

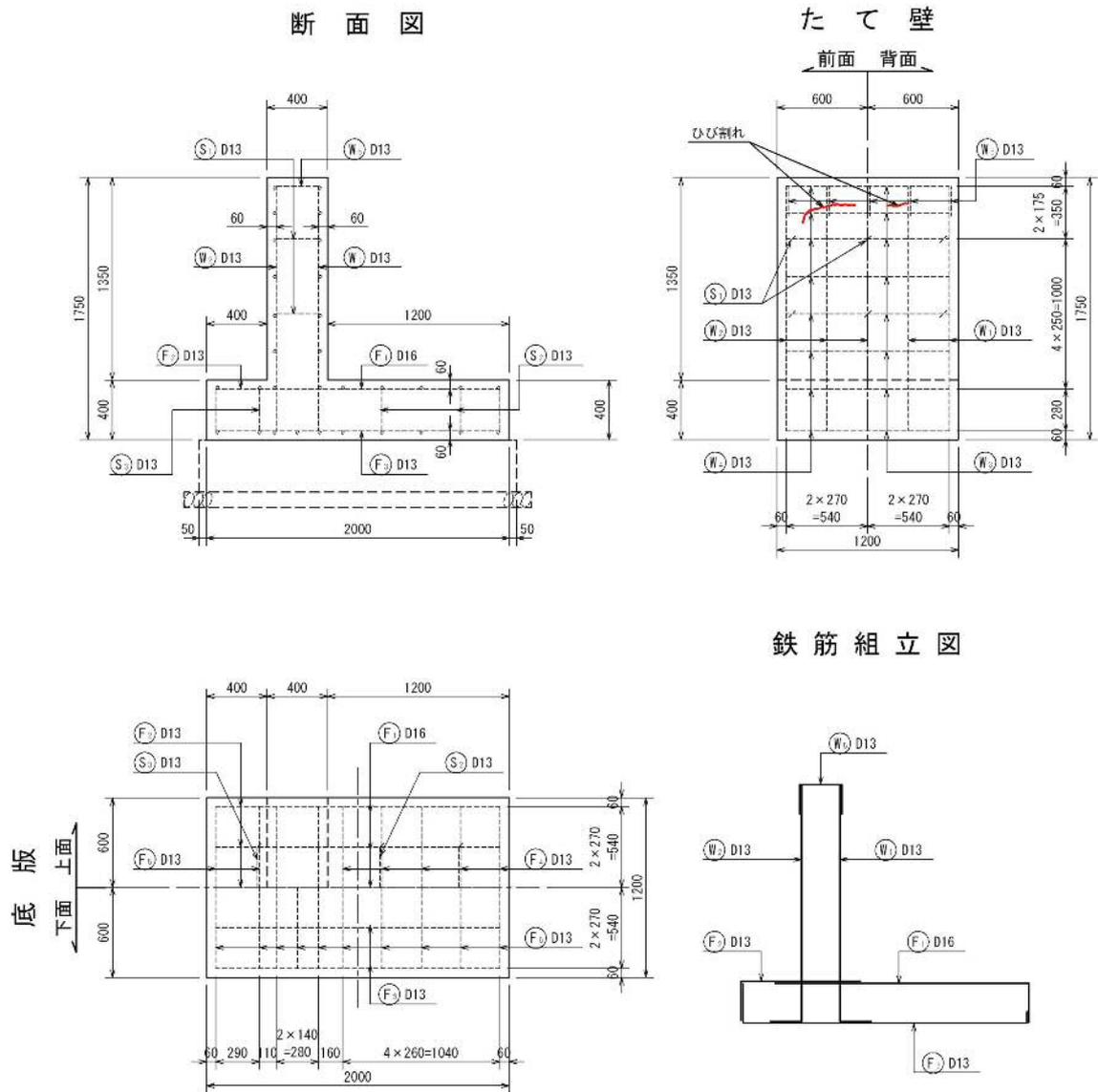


図-4 温度応力によるひび割れモデル

加水は、施工者のモラルの問題でもあるが、コンクリート構造物の配筋が過密になる傾向が高まる中で、基準どおりのスランプでは施工できない場合に行われる事例もあると考えられる。モデルを通して、施工条件の条件に合致した適切なスランプを設定するノウハウを学ぶことができる。これらの不具合モデルは、正しい施工を行ったモデルと対比させており、両者を比較しながら説明できる。

4) 施工途中の鉄筋組モデル(かぶり不足と配筋ミス)

逆T型擁壁の施工途中の状況を再現した設置モデルである(図-6)。正しい鉄筋組がなされたモデルと配筋ミスのモデルを対比させている。

配筋ミスのモデルは、たて壁及び底版に配置され

た主鉄筋の配置ミスを再現した逆T型擁壁である。たて壁の主鉄筋の間隔が不ぞろいで、底版の上側鉄筋および下側鉄筋の鉄筋径を間違えて配筋している。たて壁の幅止め筋のかぶりはほとんど無く、コンクリート表面に鉄筋が露出した状態となっている。ここでは配筋のよしあし、主鉄筋と配力筋の掛け違い、スペーサーについて学習できる。配筋詳細は国土交通省の基準に従っているため、その趣旨、留意点についても学ぶことができる。

5) 施工途中の鉄筋組モデル(打ち継ぎ面の処理)

正しい打ち継ぎ面のレイタンス処理がなされたモデルと、現場で見られる施工不具合として、打設したままで未処理のモデルを対比させている(図-3)。

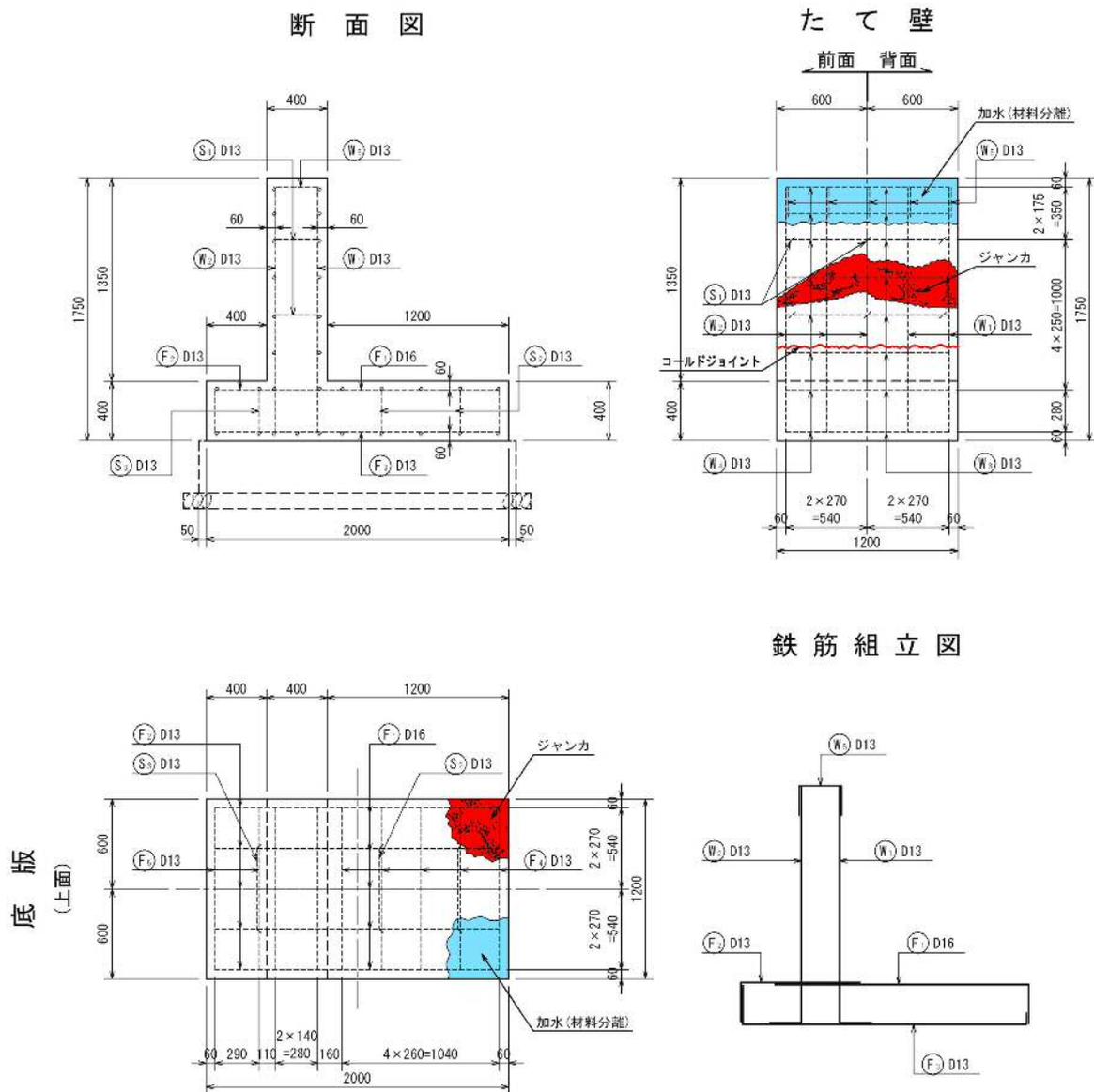


図-5 ジャンカ・コールドジョイント・加水モデル

これにより、欠陥を未然に防止できるノウハウのひとつを学ぶことができる。

## (2) 橋梁床版モデル

既設構造物（高井戸陸橋）から切り出した実際の床版や輪荷重走行疲労試験で用いた床版を設置し、床版の疲労損傷の状況がわかるようにした。また、補強を実施した床版も設置し、維持管理の方法も解説できるようにした。このようなモデルの設置は全国にも他に例がない。

### 1) 高井戸陸橋の切り出し床版<sup>1)</sup>

高井戸陸橋は、環状8号線の杉並区上高井戸1丁目地内、国道20号線（甲州街道）に架かる橋長140mの

一等橋であり、昭和45年に供用開始された。床版の設計は、昭和48年度版鋼道路橋示方書（道示）に準じ、T-20の曲げモーメントの20%割増しが行なわれている。

供用18年（昭和63年）に杉並方の側径間普通床版のひび割れ密度が10m/m<sup>2</sup>に進行したため、主径間軽量床版共々鋼板接着補強を実施した。また、無補強のまま供用した側径間の床版は、供用30年経過した平成11年度に疲労損傷が進み使用限界に達したことから、プレキャストPC床版に交換する補修工事を実施した。設置したモデルはこのときに切り出した供用30年の実物である（図-7）。

コンクリート床版の劣化に伴う下面のひび割れの

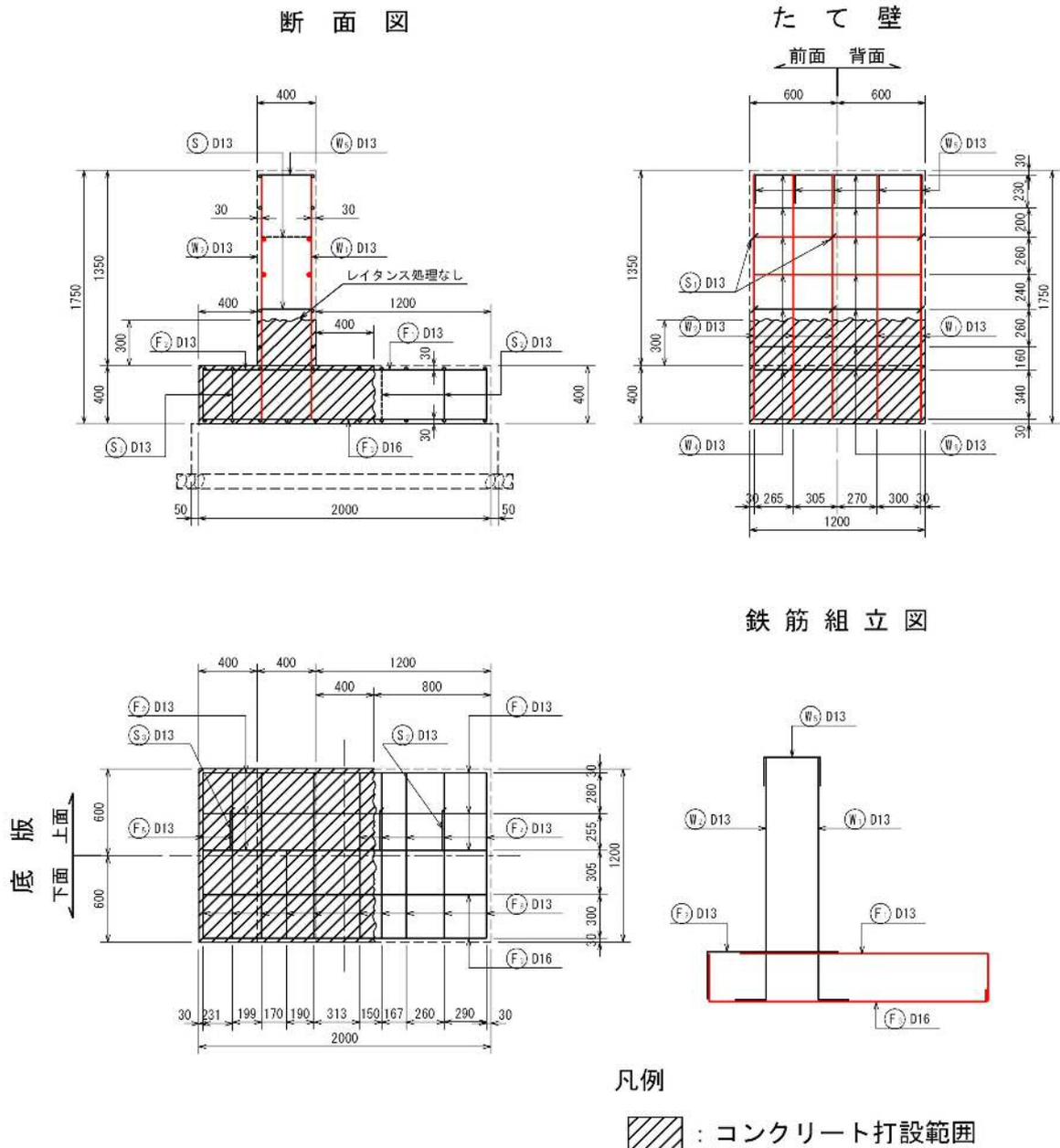


図-6 施工途中の鉄筋組モデル（かぶり不足・配筋ミス・打ち継ぎ面の処理）

進行メカニズムについて学習するとともに、橋梁点検時の留意点についても学ぶことができる。

## 2) 輪荷重走行試験後の供試体

道路橋の維持更新では、床版と伸縮装置の寿命が短い実態から、これらの部材の延命化対策が重要である。

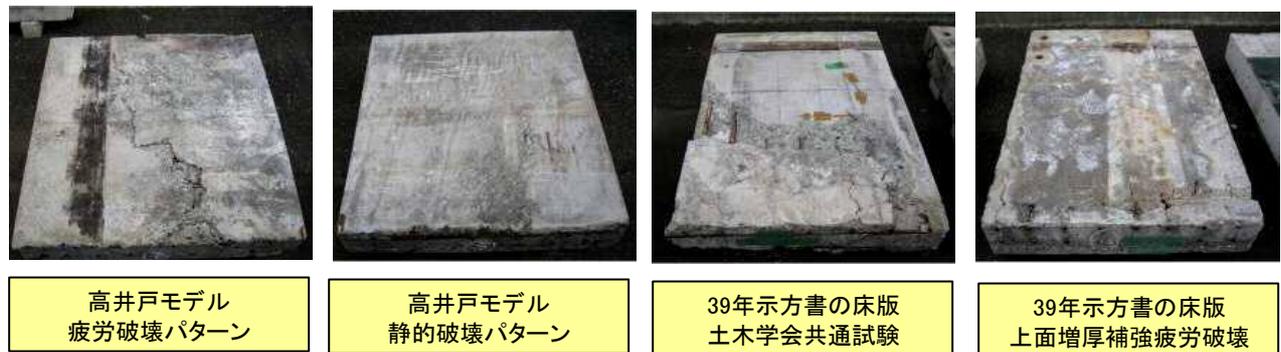
センターでは、輪荷重走行疲労試験により、基準年度による床版の厚みの違いや、各種補強工法による疲労耐久性能の違いについて評価している<sup>2)3)</sup>。その試験後の供試体を切り出したものを実物大モデルとして設置している(図-7)。

補強工法の説明や補強による耐久性の向上度合いについて、実験の成果に基づいた、床版交換までの期間に対する延命効果などについて学ぶことができる。

## (3) 事故等不具合事例の再現モデル

センター構内に工事現場を模した砂利敷きのスペースを設けている。ここに道路の工事での段差解消スロープの不具合事例を再現した(図-8)。

スロープにした二枚の合板の合わせ目が大勢の歩行者によってずれ、できた隙間に歩行者がヒールを



**床版下面側を展示（輪荷重走行試験後）**

図-7 橋梁床版モデル

挟んで転倒する事故が実際に起こっており、その状況をモデルとしたものである。このスペースは、永久的な構造物モデルではなく、簡易に撤去できる材料を用いて適宜モデルを入れ替えることを想定している。実際に現場で発生した事故や不具合を参考に再現したモデルを活用して、事例の説明とともに注

意を喚起することで、安全管理に対する意識のさらなる向上を図ることができる。

**4. 実物大構造物モデルの活用**

(1) 技術研修

平成23年1月、センター構内で実物大構造物モデル

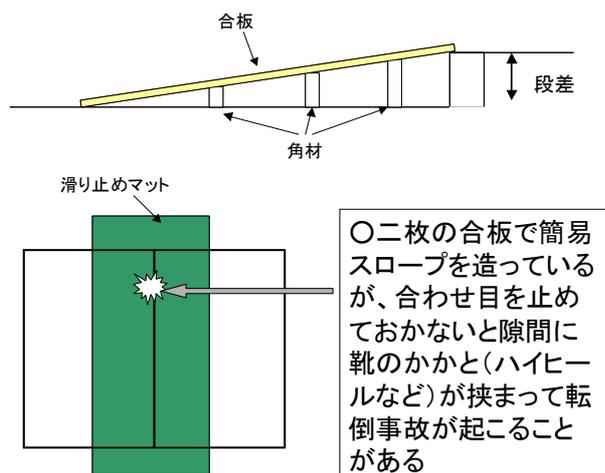


図-8 事故等不具合事例の再現モデル

を活用した研修「構造物維持管理科」を実施した。当日は33名の研修生が集まり、建設局建設技術マイスター制度の指導技術者<sup>4)</sup>(以下指導技術者という)が講師になって、コンクリート構造物の施工不具合の事例や、劣化のメカニズムについて講義が行われた。ベテラン技術者による現物を使った解説が行われ、受講した研修生からは「百聞は一見にしかず」、「建設事務所の研修でも活用したい」等の感想が寄せられた。

局技術研修では今後、新規採用職員などを対象とした「施工管理基礎科」、コンクリートの試験練りや非破壊検査などを行う「コンクリート材料試験科」などにもモデルを活用する。

## (2) 指導技術者による説明会等

局の研修だけでなく、職場単位でモデルを活用したいという要望があり、平成23年2月、建設事務所が実施する研修がセンター構内で行われた。若手職員

が擁壁モデルと床版モデルを見学し、指導技術者による説明の後、活発な質疑応答が交わされた。このような部署研修へのモデルの活用は今後も継続する。

また、より多くの職員が実物大構造物モデルにふれる機会を設けるため、指導技術者による説明会など、局研修以外にもモデルを活用する場を設ける取組を継続していく。

## 5. モデルを活用した取組の今後の展開

様々な事業分野に対応した研修などを実施するため、実物大構造物モデルのバリエーションを増やしていく。平成23年度はアスファルト舗装に関するモデルなどを屋内モデルとして設置する予定である。

またこれらの実物大構造物モデルの活用に当たっては、該当する分野の指導技術者に講師等を依頼し、実務経験に沿った講義やノウハウの伝承なども行っていく。

## 参 考 文 献

- 1) 関口幹夫、宍戸薫、今里光夫(2000): 供用30年間のRC床版追跡調査結果、平12. 都土木技術研究所年報、55-66
- 2) 関口幹夫、宍戸薫、森俊介(2002): 高井戸陸橋RC床版の残存疲労耐久性の評価、平14. 都土木技術研究所年報、101-112
- 3) 関口幹夫、宍戸薫、森俊介(2006): 輪荷重走行疲労試験機を用いた道路橋床版の共通試験、平18. 都土木技術センター年報、67-78
- 4) 松村真人、河重貴之、林英美子(2010): 土木技術支援・人材育成センターにおける「人材育成」の取組、平22. 都土木技術支援・人材育成センター年報、271-274