

# 三協Mirai News



2016年冬号 No. 12

三協Miraiからお届けする、技術情報ニュースです



- シリーズ「歴史」 コンクリート型枠
- 特集 温度ひび割れ
- 技術ニュース JASS 5-2015 改定の要点
- 日本のコンクリート構造物

# コンクリート型枠

## ■コンクリート型枠の歴史

### ・バラ板本実矧（ばらいたほんさねはぎ）

型枠はコンクリート構造物の形状・寸法・位置を定める重要な役割を担っています。わが国で初めて型枠によるコンクリート構造物が造られたのは1900年頃とされています。明治期の型枠はバラ板本実矧（ばらいたほんさねはぎ）方式で造られていました。バラ板は、松、杉などの単板で、厚さが50mmから90mmと分厚く、それ自体で型枠精度を確保していました。本実矧は、バラ板の継ぎ目の一方が凹で反対側が凸に加工することにより、バラ板同士をしっかりと組み合わせるものです。当時の型枠は、同じ面積の木造建物と同じくらいの量の木材を使用していました。



バラ板本実矧型枠（現在のもの）

### ・木製定尺パネル（かまち式パネル）

大正期に入ると、木材費の削減と生産性の向上を図るために、木製定尺パネル（かまち式パネル）が開発されました。このパネルは、木材で框（かまち：パネル周囲の枠）、中棧（補

強のために框の内側に取り付けた棧木）を組んで、定尺パネルにしたものです。この工法は清水組（現、清水建設㈱）の小島弥三久工事長によって開発されたもので、工場製品として型枠工事の歴史を大きく変え1960年代まで使用され続けました。この時代までの型枠工事は、木造大工や鳶・土工が担当していました。

### ・現在の型枠

1952年頃から合板せき板が打放しコンクリート用として使用され始めました。しかし、合板はコンクリート表面の硬化不良やモルタルの付着性、強度・耐久性に関しても多くの問題が発生したため、合板せき板が全面的に使用されるには至りませんでした。

同じ頃、1954年にはメタルフォームの販売・賃貸が始まりましたが、加工変形が難しく、製作費が高つくため、建築工事ではあまり普及しませんでした。また1955年には紙製の円筒型枠が市販されています。

その後、合板せき板の改良が進められ、1965年前後から定尺パネルに代わって合板型枠工法が増加していきました。1967年には「コンクリート型枠用合板（通称コンパネ）」の日本農林規格（JAS）が制定されました。これ以降「型枠」といえば「コンパネ」と言われるようになり、コンパネは一気に全国に広がることになりました。1973年頃からの建設工事量の急増に伴って、1974年には合板の生産量が史上最高を記録しています。このようなコンパネの普及に伴って、大工の分業化が進み、型枠工事の専門職いわゆる「型枠大工」

が誕生します。また「仮枠」として仮設工事の扱いであったものが「型枠」に変化していきます。



現在の型枠工事

1968年頃から鋼製型枠の大型化やオムニア板を用いた打ち込み型枠が、1971年頃からは型枠工事の合理化をめざして大型型枠、アルミ型枠、タイル打ち込み型枠などが開発されています。また1984年には特殊な機能を有する型枠として、透水型枠や透光性型枠などが開発されています。

## ■型枠を構成する材料

型枠は数多くの材料から構成されています。それぞれの役割や用途について説明します。

### ・せき板

コンクリートと直接接する板材であり、バラ板、木製定尺パネル、合板型枠、鋼製型枠などがある。

### ・端太

せき板に接して補強する内端太と、内端太を直交方向で支持する外端太がある。端太材としては、100mm角程度の木製角材や鋼製の丸パイプや角パイプが使われている。端太材をせき板に固定するためにはフォームタイや番線が使われる。最近では、柱、梁の端太材

をシステム化したコラムクランプやビームホルダーも使われている。

### ・根太・大引

床型枠において、端太と同様の役割をする。根太は直接床せき板を支え、大引は根太を直交方向で支持する。梁型枠では大引の役割を梁下受け木が行う。

### ・筋かい・方づえ

梁型枠の開き止めやばた受け、根太受けなどに必要に応じて使われる。

### ・キャンバー

くさびのことで、支柱などの下に当てて、締め付けや高低を加減するのに用いる。

### ・剥離剤

コンクリートとせき板の固着を防止する目的でせき板表面に塗布する薬剤。

### ・支保工

大引や外端太を支えて、型枠が所定の位置を保つようにするのが支保工であり、支柱、水平つなぎが代表的である。支柱としてはパイプサポート、木製支柱があるが、パイプサポートが使用されることが多い。

### ・セパレーター

柱・梁・壁型枠内に設置され、両側のせき板の間隔を正確に保ち、コンクリートの側圧による型枠の変形を防ぐ。

### ・バーサポート、スペーサー

型枠内の鉄筋の位置や間隔、鉄筋とせき板との間隔（鉄筋のかぶり）を正しく保つために設置される。

### ・敷板

支柱の位置を保つために支柱の下部に設置される板材。

### ・建入れ直しチェーン・アンカー

組み上げられた型枠の水平や垂直精度を微調整して位置を保つための仮設材。

特集

# 温度ひび割れ

## 温度ひび割れとは

温度ひび割れは、コンクリート部材の断面寸法が大きいマスコンクリートに発生するひび割れです。マスコンクリートの定義として JASS5・鉄筋コンクリート工事では「部材断面の最小寸法が大きく、かつセメントの水和熱による温度上昇で有害なひび割れが入るおそれがある部分のコンクリート」としています。またマスコンクリートの目安として、最小断面寸法が壁状部材で 80 c m 以上、マット状部材・柱状部材で 100 c m 以上としています。

コンクリートは、セメントの硬化に伴って水和熱が発生します。マスコンクリートでは部材寸法が大きいためコンクリート温度の上昇量が大きくなります。コンクリート温度が変動すると、コンクリートには体積変化が生じ、この体積変化によって応力が生じひび割れが発生することになります。

温度ひび割れの直接的な原因は、セメントの水和熱によるコンクリートの温度上昇ですが、実際にひび割れが発生するかどうかは、セメントの種類、単位セメント量、打ち込み温度、外気温、養生方法、対象部材の拘束条件などによって左右されます。

## 温度ひび割れ発生メカニズム

温度ひび割れは、発生原因となる温度応力の発生メカニズムによって、内部拘束による温度ひび割れと、外部拘束による温度ひび割れがあります。内部拘束による温度ひび割れ

は、コンクリートの表面と内部の温度差に起因し、コンクリート温度が上昇している初期材齢時に発生します。一方、外部拘束による温度ひび割れは、コンクリートの温度低下時の収縮が、外部から拘束されることにより発生します。

### ・内部拘束による温度ひび割れ

打ち込まれたコンクリートの材齢と温度の関係は図-1 のようになります。コンクリートは打ち込まれた後、セメントの水和熱により徐々に温度が上昇しますが、部材の表面に近いほど熱が周囲に放熱され、内部では蓄積されます。その結果、温度上昇時には、部材の中心部ほど高温で、表層部に近いほど低い温度になります。

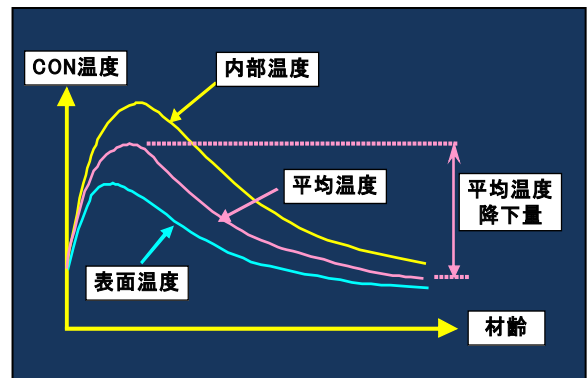


図-1 打ち込まれたコンクリートの温度履歴

そのため、図-2 に示すように、中心部では圧縮応力が、表面部では引張応力が生じ、表層部の引張応力がコンクリートの引張強度を超えると図-3 のようなひび割れが発生します。このひび割れが内部拘束による温度ひび割れと呼ばれるものです。内部拘束による温度ひび割れは、材齢初期の温度上昇時に発生

し、ひび割れが表層部に留まるケースが多いことが特徴です。

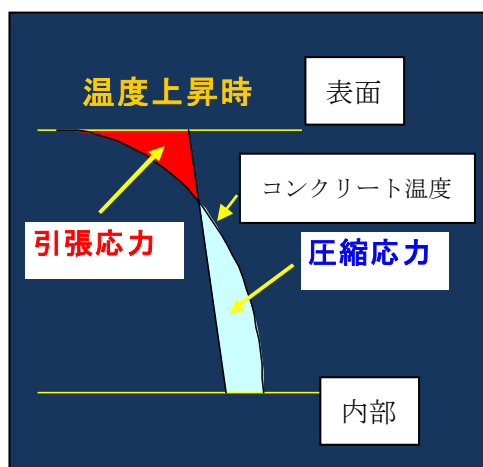


図-2. コンクリート内部の応力分布

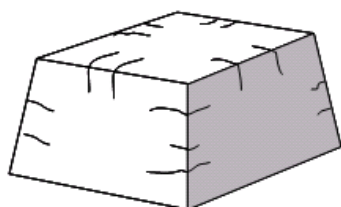


図-3 内部拘束による温度ひび割れ

・外部拘束による温度ひび割れ

水和熱により上昇したコンクリート部材の温度は、図-1に示すように徐々に放熱されながら低下し、最終的には外気温に近づいていきます。温度が低下するとそれに伴ってコンクリート部材は収縮します。

コンクリートが収縮するときに、図-4のように拘束がない場合はコンクリートは自由変形しますので引張応力は発生しません。

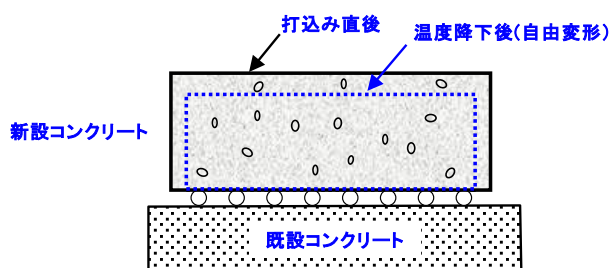


図-4 拘束が無い場合のコンクリートの変形

一方図-5のように、打ち込まれたコンクリートが既設のコンクリートや地盤などから拘束されると、変形が拘束されるため部材内部に引張応力が発生します。このことにより発生するひび割れが外部拘束による温度ひび割れと呼ばれるものです。

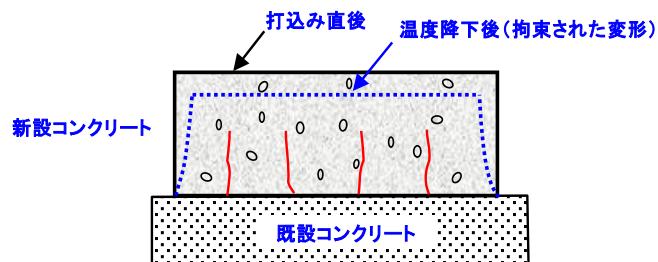


図-5 拘束がある場合のコンクリートの変形

外部拘束による温度ひび割れは部材を貫通することが多いため、構造物の耐久性や水密性の低下を招く要因になります。そのため外部拘束による温度ひび割れを制御することが構造物にとって重要となります。

**温度ひび割れの制御**

温度ひび割れを制御する方法としては、コンクリートの温度上昇量や温度応力を低減することが有効になります。

コンクリートの温度上昇量を低減するための方法としては、水和熱の小さい低発熱系セメントを使用する、セメント量を低減するなどの対策があります。その他には、コンクリート材料を事前に冷却して用いるプレクーリング、コンクリート部材内にあらかじめ配置したパイプに冷水を流すパイプクーリングなどがあります。

温度応力を低減する方法としては、内部拘束を低減するために保温養生を行い、コンクリートの内外温度差を少なくする方法や、膨張材を用いてコンクリートに圧縮応力を導入して引張応力を低減する方法などがあります。

## 「JASS5 鉄筋コンクリート工事」改定の要点

2015年7月、日本建築学会は「建築工事標準仕様書 JASS5 鉄筋コンクリート工事」を改定しました。上記仕様書の1節から4節の主要な改定点をお知らせします。5節から11節については次号でお知らせします。

### (1) 1節 総則

- ・用語について、乾燥収縮率、単位セメント量、単位結合材量、単位粗骨材量、単位細骨材量、構造体コンクリート強度の保証材齢、第三者試験機関が定義された。

### (2) 2節 構造体および部材の要求性能

- ・構造体コンクリートの耐火性を確保するための使用材料の選定において、ポリプロピレンなどの爆裂防止のための有機繊維の混入について解説に記載された。

### (3) 3節 コンクリートの種類および品質

- ・許容ひび割れ幅について、ひび割れの最大幅の分布が解説に図示された。
- ・アルカリシリカ反応について、解説で平成元年の建設省の通達が平成14年の国土交通省の通達に変更になっているため、その具体的な内容が記載された。

また計画供用期間の級が長期および超長期の場合は、アルカリシリカ反応に関して「無害」と判定される骨材を使用すること、雨がかりの部位に対しては注意が必要であることが記載された。

### (4) 4節 コンクリートの材料

- ・普通ポルトランドセメントに加えて、早強ポルトランドセメントおよび超早強ポルトランドセメントについても、5%以下の少量混合成分の添加が認められたこと、普通ポルトランドセメントの三酸化硫黄の規格値が3.0%以下から3.5%以下に緩和されたことが追記された。
- ・高炉スラグ骨材と電気炉酸化スラグ骨材に環境安全品質が規定された。
- ・JIS A 5308の改正に合わせ、スラッジ固形分率を1%未満で使用する場合には、スラッジ水は練混ぜ水の全量として使用でき、濃度の管理も使用ごとから管理期間ごとに変更され、スラッジ固形分も水の質量に含めてもよいことが記載された。
- ・化学混和剤として、硬化促進剤が今回取り込まれた。また解説で収縮低減タイプや増粘剤一液タイプなど、新たな性能が付加された高性能AE減水剤が使用されていることが記載された。
- ・収縮低減剤を寒冷地で使用する場合は、信頼できる資料や事前の凍結融解試験による確認が必要であることが記載された。
- ・高炉スラグ微粉末の比表面積3000のグレードが追加された。

## 日本のコンクリート構造物

近代和風建築の傑作のひとつ —東京国立博物館本館（旧東京皇室博物館）—

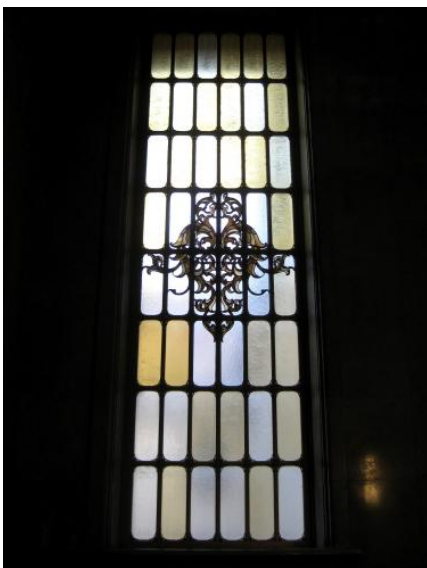
本館の場所にはもともと英国人建築家J・コンドルが設計し、1881年（明治14年）に竣工した煉瓦造二階建ての旧本館が建っていましたが、1923年（大正12年）の関東大震災で大きな被害を受けました。その後1937年（昭和12年）に竣工、1938年（昭和13年）に開館したのが現在の本館です。設計は渡辺仁で、鉄筋コンクリート建築に瓦屋根をのせ、東洋風を強く打ち出し、「帝冠様式」の代表的建築とされています。2001年（平成13年）に重要文化財に指定されています。



全景



玄関を入った正面の大階段



階段室のステンドグラス



階段室の格天井

# 三協M i r a i 株式会社

本 社	〒105-0013	東京都港区浜松町 1-9-10 (DaiwaA 浜松町ビル) Tel. 03(3431)8266/Fax. 03(3434)5422
大阪支店	〒541-0059	大阪市中央区博労町 3-3-7 (O R E 本町南ビル) Tel. 06(6252)7075/Fax. 06(6252)7076
仙台営業所	〒980-0023	仙台市青葉区北目町 2-39 (東北中心ビル) Tel. 022(266)4662/Fax. 022(266)4663
福岡営業所	〒812-0013	福岡市博多区博多駅東 2-4-17 (第六岡部ビル) Tel. 092(481)3265/Fax. 092(481)3266



発行 三協M i r a i 株式会社  
東京都港区浜松町 1-9-10 (DaiwaA 浜松町ビル)  
U R L : <http://www.sankyomirai.co.jp>