

お客様（購入者）を第一に考えている「性能の良いマンション」を簡単に見抜く方法

1. 誰でも簡単に「性能の良いマンション」を見抜く方法

そのマンションが購入者を第一に考えている「性能の良いマンション」であるかは、「床仕様」を見ると簡単に分かる。その理由は、次の通り。

- ① 床は、購入者から見ると「フローリング」しか見えていないが、その下の床仕様が異なると性能と価格が大きく異なる。
- ② 床仕様は、大きく仕上げ仕様、スラブ仕様、天井仕様が、それらの違いによって遮音等の性能が大きく異なる。
- ③ マンション建設における床面積は膨大であり、この床の仕様が少し違っただけで価格（建設費）が大きく異なる。

床の仕様は、遮音性能、歩行感、水平性等の床としての性能に直結する。「何が何でも安いのが良い」という考え方もあるが、購入後に音のトラブルに巻き込まれるなどを考慮すると避けたい（マンション居住者のマナーをめぐるトラブルで「生活音」は2番目にクレームが多い；国土交通省のH25マンション総合調査結果より）。この床の性能が良くなると、それに比例して価格も高くなる傾向がある。つまり、「床仕様」を見るとということは、表面のフローリングだけではなく、その中身の仕上げ仕様、スラブ仕様、天井仕様を見ることであり、ここがお客様を第一に考えている遮音等の性能が考慮されているかをチェックすると、簡単に「性能の良いマンション」であるかが分かる（逆に考えると床仕様は隠しやすい場所でもある）。

この「ひと休み建築実務の話」は、実務内容から一級建築士を目指すのに参考となるテーマを抽出し解説している。本内容は、30年近く建設業界にいる実行委員（研究会）が取りまとめたものであり、解説では、住宅性能表示制度の技術解説や日本建築学会の大会学術講演概要集で発表されたものなどの抜粋箇所を明らかにし、材料部分では商品名でなく一般名称としている（本内容は一部のメーカー等を推奨するものではない）。

2. 「床仕様」について

床の仕様は、住居側（上）から下階に向けて、大きく下記の3つの仕様に分かれる（本内容はファミリーマンションを対象とする）。

- ① 仕上げ仕様（直床仕様、二重床仕様など）
- ② スラブ仕様（小梁有の単板スラブ仕様、小梁無のボイドスラブ仕様など）
- ③ 天井仕様（直天井仕様、二重天井仕様など）

(1) 仕上げ仕様（直床仕様、二重床仕様）について

直床仕様は、コンクリート打設後セルフレベリングをした床スラブに直床フローリング（9mm程度のフローリング材の裏に4mm程度のクッション断熱材が付いたものなど）を直接貼っていく仕様である。スラブと直床フローリングとは密着しているため、この間に設備配管などを設けることはできない。フローリングの下にクッション断熱材があるので、多少ふわふわ感のある歩行感となる。また、床スラブ面を平らにするためには、十分な厚みのあるセルフレベリングをする必要があり、直床フローリングの水平性はセルフレベリングの水平性に依存する。

二重床仕様は、一般的な仕様として床スラブ（コンクリートスラブ）に「防振ゴム付き支持脚＋パーティクルボード＋下地合板＋フローリング」で構成される（更に状況により床暖房パネルやアスファルト系面材が入る）。二重床の下は空気層なので、ここに設備配管を自由に設けることができる。また、支持脚で高さの微調整ができることから、床スラブが多少水平でなくても二重床で水平性を確保できる。直床仕様と二重床仕様と比較すると、遮音はどちらも十分な性能を確保できるが、設備配管の自由性、スラブ面に影響を受けない水平性の調整及び歩行感から二重床の方が、性能が良い仕様と言える（価格はかなり二重床の方が高い）。

(2) スラブ仕様（小梁有の単板スラブ仕様、小梁無のボイドスラブ仕様）について

小梁有の単板スラブ仕様（いわゆる在来工法）は、1住戸の4周にある大梁で単板スラブを受ける場合、一般にスラブ剛性等を確保するため中間に小梁を設けている。この小梁は、天井から室内に出ることが多く、小梁位置の計画が重要であり、プラン計画の自由性という観点からは不利になる。また、将来、室内プラン（間仕切り壁等）を変更する場合も、小梁の位置を考慮したうえでの変更となる。

小梁無のボイドスラブ仕様は、床スラブ内にボイド型枠を埋め込むことで、ボイド間のスラブが小梁の役目も果たすことから、小梁を設置しなくても良くなる。スラブ天井一面がフラットであり、自由なプラン計画や将来のプラン変更も容易である。小梁有の単板スラブ仕様とボイドスラブ仕様を比較すると、計画の自由度が高いボイドスラブ仕様の方が、性能が良い仕様と言える（価格はボイドスラブの方が高い）。

(3) 天井仕様（直天井仕様、二重天井仕様）について

直天井仕様は、天井面（コンクリートスラブ）に直接壁紙（クロス）を貼る仕様である。天井には照明装置が付くことから、照明用の電気配線はCD管をコンクリートスラブ内に埋め込み、その天井から電気配線が出ている状態で、そこに照明装置を付ける。従って、将来、室内の模様替え等をした場合、照明位置の移動はかなり難しい。また、天井面スラブに凹凸がある場合、十分な天井スラブ面の処理をしないと壁紙（クロス）も凹凸が出ることとなる。

二重天井仕様は、天井のコンクリートスラブから少し距離（空気層）を設けて、天井用面材を設置する方式である。この場合、天井裏の空気層に電気配線を設けることができるので、新築時及び将来の模様替えでは照明位置を自由に設定できる。また、天井コンクリートスラブ面に凹凸があっても、天井用面材部分は平らにできる。直天井と二重天井とを比較すると、水平性と照明位置の自由度から二重天井の方が、性能の良い仕様と言える（価格は二重天井の方が高い）。

⇒(1)、(2)、(3)の仕様の組合せとしては、**図1**や**図2**などがある。両方の比較では、**図2**の方が性能の良い仕様と言える（価格は高い）。

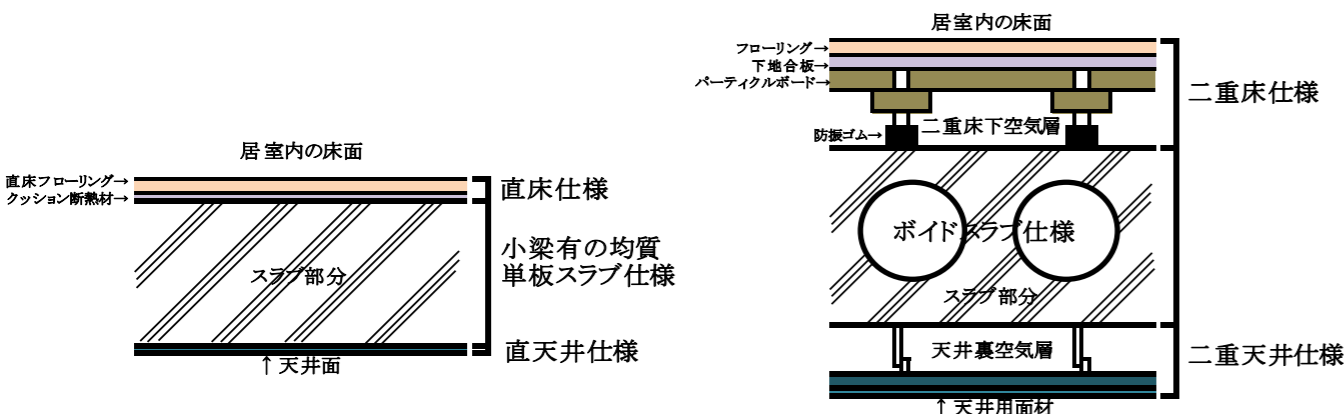


図1 床仕様例（直床＋小梁有の均質単板スラブ＋直天井）

図2 床仕様例（二重床＋ボイドスラブ＋二重天井）

3. 「二重床仕様」について

20年ぐらい前の二重床仕様は、**図3**のような「**際根太工法**」というものが一般的であった。これは、二重床と壁との取り合い部分に、「際根太」という木の板を壁に釘で取り付けて、その上に二重床を設置する工法である。施工がし易く、価格も安いことから一般的に使用されていた。その後、この「際根太工法」を採用すると、二重床の音が、際根太を通じて下階へ響き、遮音性能が大幅に低下することが指摘された。現在は、際根太の採用をやめて、この壁と二重床のところは、**隙間**を設ける工法が主流となっている（**図4**参照）。

「住宅の品質確保の促進等に関する法律」に関連した告示「平成13年国土交通省告示第1347号 評価方法基準 8-1(3)ロ②」には、次のように書かれている。

「…面材その他乾式二重床下地構造材を構成する材料と室周囲の壁の間に、**空隙**が設けられていること。」
更に、**国土交通省**住宅局住宅生産課ほか監修の「住宅性能表示制度 日本住宅性能表示基準・評価方法基準 技術解説2001 図8-7乾式二重床下地構造材の場合」では、壁と二重床とに隙間を設けた図と共に「壁との取合部には**隙間**ができていないこと。」と明記されている。

つまり、15年前から二重床仕様は、遮音性能の観点から「壁と二重床の間は隙間を設ける」ことが国土交通省から指摘されている。過去に常識であった際根太工法は、現在も多くのマンションに入っていること、一部ではまだ採用されていることから、この工法を否定するものではない。ただし、現在において国土交通省が示すように、最新の二重床仕様の考え方は、「壁と二重床との取り合い部分は**隙間**を設ける」ことであるので、「**性能の良いマンション**」とは隙間を設けている二重床と言える（価格は際根太工法より隙間を設ける方が高い、ただし際根太工法は大幅な遮音低下を招く点を考慮すると価格比較できるものではない）。

一級建築士となる皆様は、これから実務の中で一生をかけて知識を吸収されることになる。この隙間を設ける二重床という条件なら、その支持脚の防振ゴム硬度は？、二重床下の空気層の高さは？、下地合板の厚みの相違による遮音への影響は？、下地合板があることで年間の湿度変化によるフローリングの伸縮への影響は？そもそも隙間はフローリングの湿度伸縮による壁面との接触防止や床下空気層を室内に逃がすことで太鼓現象を抑制するなどを考慮する場合は何mmが良いのか？などには、全て理由があるということも知って頂きたい（解説は長くなるので割愛する）。

4. 「ボイドスラブ仕様」について

20年ぐらい前のボイドスラブ仕様は、**図5**のような「**矩形ボイドスラブ**」が一般的であった。これは、自己消火性能を有する特殊な発泡スチロール（ボイド型枠）をスラブ内に設置して、一緒にコンクリート打設をすることで、小梁が必要無いボイドスラブができるというものである（発泡スチロール以外に、鋼管ボイド型枠や材料を使わないで空隙ボイドにする方法などもある）。その後、この「矩形ボイドスラブ」を採用すると、**共振現象**により軽量床衝撃音が大きくなりやすいことが指摘された。その後、上部を波型形状にした**共振抑制ボイドスラブ**が開発され（**図6**参照）、更にその後下部も共振対策を講じた球形ボイドが開発された（**図7**参照）。

国土交通省住宅局住宅生産課ほか監修の「住宅性能表示制度 日本住宅性能表示基準・評価方法基準 技術解説2001 384頁

(1)床構造の部分」では、次のように書かれている。「…**ボイドスラブ**はスラブ内に空隙があり、そのための**共振現象**により、均質単板スラブに比べて高い周波数の軽量床衝撃音レベルが**大きくなりやすい傾向**にある。」と記載されている。この点は、15年前からボイドスラブ仕様は、ボイドスラブだけの遮音特性として「スラブ内の空隙により**共振現象**が起こり、軽量床衝撃音が大きくなりやすい」と**国土交通省**から指摘されていることである。

研究会は、共振対策形状のボイドスラブ以外を使ってはいけないということ言うつもりはない。矩形ボイドも波型ボイドも球形ボイドも現在多くのマンションで採用されている。ボイドスラブを採用する場合、国土交通省がボイドスラブの共振現象を指摘しているということを理解して、その上で、共振現象やコンクリート打設量、経済性など総合的に判断して、どの形状のボイドスラブを選択するかを、一級建築士として考えて頂きたい。

一般の音の測定法である「**JIS A 1418 建築物の床衝撃音遮断性能の測定方法**」は、平均的に分布する3～5点を測定する方法である。従って、この測定法でボイドスラブ床面を測定しても、平均的に分布させた3～5点の測定点が、ボイド型枠の上部でないと、この共振現象による遮音低下は数値として出てこない（ボイド型枠の上部スラブ粗面をタッピングマシンで加振すると中音域で性能の低下＝共振現象が起こる）。つまり、「**音**」という課題に対して、それが「**共振現象**」を評価するのであれば、その評価できる測定方法と、それに基づく測定をした遮音データであることを理解して、そのうえで判断する必要がある。ただし、この点も、2重床を床先行工法として、間仕切り壁等が2重床の上に設置される構造にしない場合、矩形ボイド等であっても共振現象が抑制できるので、どの構法によるどの基準で判断するか十分理解して決定頂きたい。

なお、現場で発泡スチロール系ボイドを設置する工法（矩形ボイド、波型ボイド、球形ボイド）などは、コンクリート打設後にボイド上下で圧力差が生じて、ボイド内の発泡スチロール粒子間に存在する空気が、コンクリート表面に**気泡**として発生する。ボイド1個に1個程度は気泡が出て数時間続くことから、一スラブ内に数百のボイドがあれば、数百の気泡痕が発生し孔が残る（この孔はボイドまでの貫通している）。この気泡の発生は、ボイドメーカーは十分理解しており、球形ボイドも波型ボイドも気泡抑制特許を出している。従って、この課題は解決できる技術であり、発泡スチロール系ボイドを採用する場合は、気泡対策を講じたボイドを採用した方がよい（球形ボイド特許：ボイドコーティング法、波型ボイド：表層での浸透型接着法及び表面硬化法）。これは、多少のコストがかかることから、メーカーによっては、ボイド製造後の期間を置くことと気泡発生抑制できるとか、コンクリート打設中に振動を多くすると抑制できるなど説明して対策を講じない場合もあるが、コンクリート打設後10分もすると結論がでるので、一級建築士として現場を見て判断頂きたい。

なお、ハーフPC版のボイドスラブは、下部がコンクリートに密着した状態で現場へ納品され、コンクリート打設するので、ボイド部での上下圧力差が生じなく、気泡は発生しない（気泡が発生している場合はボイドがハーフPC版から剥がれる場合である）。

これから一級建築士になられる皆様は、将来、必ず一級建築士としての「**性能**」と「**価格**」との判断に迫られる。ここではボイドスラブという例であるが、共振抑制ボイドスラブから矩形ボイドスラブへ変更することは、価格として下がることになる。ただし、これは、その価値（機能）を維持してコストを下げるバリューエンジニア（VE）ではなく、**国土交通省**が既に15年前に指摘している共振現象について、共振現象を起こしやすい方へ変更することであることを正しく理解して、**その上で性能**を重視するのか、**価格**を重視するのかを判断して頂きたい。また、気泡についても現場確認したうえで「**品質**」と「**価格**」を、一級建築士の立場から判断して頂きたい。

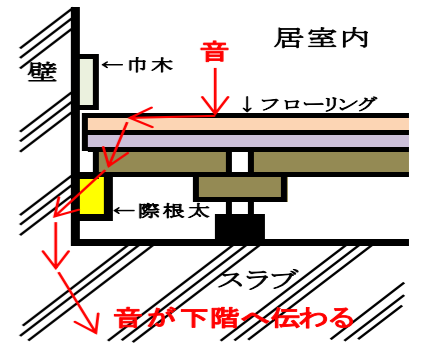


図3 二重床仕様（際根太あり）

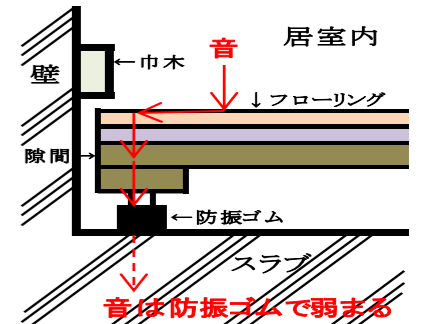


図4 二重床仕様（隙間あり）

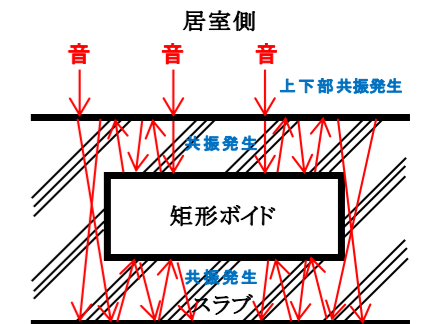


図5 ボイドスラブ仕様（矩形）

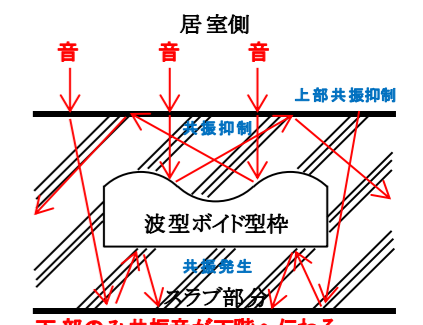


図6 ボイドスラブ仕様（波型）

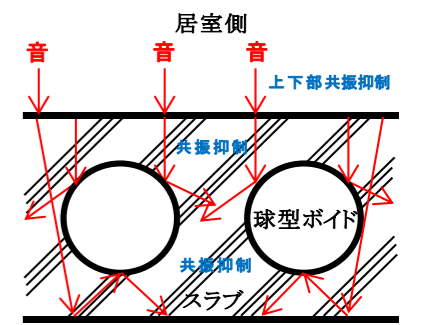


図7 ボイドスラブ仕様（球形）

発泡スチロール系ボイドスラブの「気泡」について

発泡スチロール系ボイドスラブの「**気泡発生**」について、前ページの通り記載したところ、多くの方から問合せがあった。当HPは、原則質疑応答に対応していないので、各種問合せに関する解答の一部を列記することから、質疑対応代用とさせて頂きたい。本内容は、一級建築士として一般的に必要な知識ではなく(受験には全く関係しない知識である)、かなり専門的な内容となることから興味の無い方は読み飛ばしてください(本内容は1級建築士取得後の生涯を通して学ぶべき技術の一旦である)。

1. 気泡の発生状況

現場で設置する発泡スチロール系ボイドスラブは、コンクリート打設後10分程度で発泡スチロールであるボイド型枠から気泡が発生し、コンクリート表面に気泡が出てくる。スラブ全体での気泡発生状況を**写真1**に、その拡大部分を**写真2**に、気泡跡の孔を**写真3**に示す。写真1は、スラブ全体での気泡発生状況であり、白い点が気泡発生部分である。発泡スチロールのボイド型枠の大きさにもよるが、ほぼボイド型枠1個に対して、その上部位置に気泡1〜3カ所で気泡が発生していることが多い。写真2は、気泡部分を拡大したものであり、コンクリート打設1時間経過後のもので、継続して気泡とブリーディング水が出てくる。この気泡は、ほぼ翌日まで継続的に発生し続ける傾向にあること、コンクリート硬化後には気泡跡として孔が残る(写真3参照)。

コンクリート打設工事は、通常、コンクリートを打設した後、少し時間をおいて「仕上げゴテ」と呼ばれる左官道具で表面を整える。他方、気泡の発生は、コンクリート打設後10分程度から始まり、ほぼ翌日まで永遠に継続して発生する。従って、仕上げゴテで整えた後も気泡が発生し続けるので、仕上げゴテの後にも気泡が表面に発生することとなる。その結果、翌日コンクリートが硬化した床スラブ面では、2〜3mm程度の気泡跡(孔)がスラブ表面に残る。

この気泡跡(孔)は、ボイドまで繋がっている。この部分をコア抜きして上部気泡跡(孔)に赤インクを垂らすと、コア抜きした下部スラブ面の気泡跡(孔)から赤インクが出てくる。これは、コンクリート打設後に気泡が発生すると、気泡と一緒にブリーディング水が上がってくる状況となり、コンクリート硬化時この貫通孔が気泡とブリーディング水の継続的な通り道となることから、コンクリートで閉塞されない状況となる。つまり、気泡が翌日等まで継続的に発生するので、スラブ内部ではコンクリート硬化時も**貫通孔**として残ることとなり、スラブ表面では**気泡跡(孔)**として残ることとなる。



写真1 気泡発生状況(白い点が気泡発生場所)



写真2 気泡発生場所の拡大写真

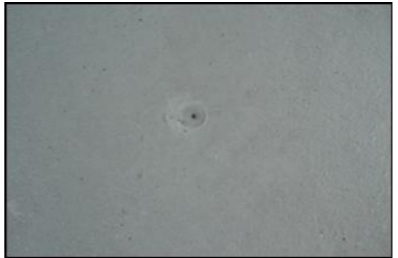


写真3 気泡跡の孔

2. 気泡の発生理由

気泡の発生は、コンクリート打設後に発泡スチロールであるボイド型枠に**上下圧力差**が生じて、その結果、ボイド型枠内部に含まれる残存空気が、浮力により徐々に出てくるものである。発泡スチロール内の残存空気とは、発泡スチロールを形成する発泡ビーズと発泡ビーズとの間に存在する空気である。発泡スチロールは、製造の過程で一粒一粒の発泡ビーズが製造最終段階において金型の中で蒸気熱により再発泡して形作られる。一般にボイドスラブに使用される発泡スチロールは、50倍〜70倍の発泡体である。この発泡体は、100%密着させて形成することは不可能であり、一般的に**5〜15%の空気**が発泡スチロール内の発泡ビーズと発泡ビーズとの間に存在している。

気泡は、この残存空気がコンクリート打設後に上下圧力差が生じて、浮力により出てくるものである。この現象を確認するには、発泡スチロールをお風呂に入れると同じような現象(圧力差)により、気泡が発泡スチロールから出てくるので、目視することができる。このボイド型枠の上下圧力差により気泡が出てくることは、球形ボイドメーカーや波型ボイドメーカーの**気泡対策特許**の中で詳細に説明がされている。右に球形ボイドメーカーの特許を示し、気泡発生原因を解説する。

3. 球形ボイド(特許内容)における気泡発生理由と対策

発泡スチロール系によるボイドスラブの気泡発生については、球形ボイドメーカーや波型ボイドメーカーから特許が公開され、その発生原因と対策が示されている。下記資料は、球形ボイドメーカーの公開特許公報(特許出願公開番号:特開2006-322136、公開日平成18年11月30日)の概要資料である。**本内容**は、「コンクリートスラブ表面に気泡痕が残らない発泡合成樹脂製埋込体を提供すること」であり、その**気泡発生理由**として、図に示す通り「コンクリート打設時に発泡合成樹脂製埋込体に上下圧力差が生じて内部空気が出てくる」解説があり、その**対策**として、「発泡合成樹脂製埋込体の上部に気泡を止めるため気密性を有する合成樹脂層を形成する」となっている。この特許には、同社から別途対策特許が出ており、その対策は、球形ボイドの下部に上下圧力差が生じないように合成樹脂層を形成するというものである(この場合は上部への合成樹脂層は不要)。ここで示されている発泡合成樹脂製埋込体とは、発泡スチロール製のボイド型枠のことである。

なお、波型ボイドメーカーからも気泡対策特許が2種類出されているが、発生理由は球形ボイドメーカーと同じである。公開された概要では、その対策として、「ボイド型枠に浸透型接着剤を塗布して、ボイド型枠の表層3mm程度以上をこの接着剤を浸透させてビーズ間を固定密着化し気泡が出てこれなくする」というものと、「ボイド型枠の表面を製造手法により硬化させることで気泡を抑制する」というものである。

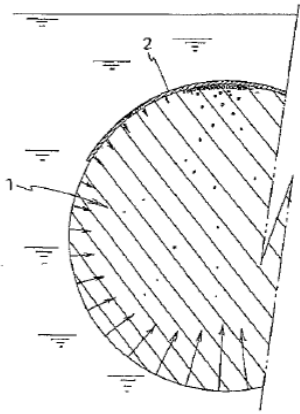
(54)【発明の名称】中空コンクリートスラブ構法に使用する発泡合成樹脂製埋込体

(57)【要約】

【課題】 コンクリートスラブ表面に気泡痕が残らない発泡合成樹脂製埋込体を提供すること。

【解決手段】 主筋を格子状に結合した上側配筋及び下側配筋の間に、発泡合成樹脂製埋込体を位置決めし、その上方からコンクリートを打設して中空のコンクリートスラブを形成する中空コンクリートスラブ構法に使用する発泡合成樹脂製埋込体において、前記発泡合成樹脂製埋込体1の上部に、気密性を有する合成樹脂層2を形成した。

【選択図】 図9



4. 気泡が発生しないボイドスラブ

鋼管採用の円筒管ボイドスラブや、発泡スチロールのボイド型枠を採用しても**ハーフPC版**は、気泡が発生しない。鋼管ダクトをコンクリート内に埋込む鋼管採用の円筒管ボイドスラブは、ボイド型枠が鋼管であることから気泡の発生が見られない。他方、同じ形状であっても発泡スチロールを採用した円筒管ボイドスラブは、気泡が発生する。これは、気泡発生の原理が発泡スチロールであるボイド型枠の上下圧力差により、発泡スチロール内の空気が浮力により出てくる現象であることから、発泡スチロールでない鋼管ボイドスラブでは、気泡の発生が起こらないとなる。他方、ボイド型枠が発泡スチロールであれば、球形でも、波型でも、矩形でも、円筒管でも、その形状に関係なく気泡が発生する。

ただし、発泡スチロールのボイド型枠を採用しても、ハーフPC版は気泡が発生しない。これは、PC工場でボイド型枠をコンクリートに設置した状態(ハーフPC版)で現場に納品されるので、コンクリート打設時にボイド型枠の下部はハーフPC版に密着した状態となっている。従って、コンクリートを打設しても、発泡スチロールのボイド型枠で上下圧力差が生じないので、気泡の発生は起こらない。なお、ハーフPC版で気泡が発生している場合があるが、その場所は、ボイド型枠がハーフPC版から取れて浮いている可能性が高い。特に、一般にハーフPC版を製造するPC工場では、ボイド型枠を設置してから、その周囲を櫛引してコンクリート打設時の接着力を高めるが、先に全面に櫛引をした後にボイド型枠を設置すると、ボイド型枠とハーフPC版とで十分な接着効果が保てず、コンクリート打設時にボイド型枠が取れて浮いてしまう可能性が高くなる(この製造法をした場合、運搬時等で強風時にボイド型枠がハーフPC版から剥がれ飛んでしまうこともある)。ハーフPC版のボイド型枠は、矩形ボイド型枠も波型ボイド型枠も、ボイド内に水が溜まるのを防止するため全てが発泡スチロールとなっているものと、コストダウンから内部が空隙となっているものの2種類がある。内部が空隙となっているボイド型枠を採用した場合は、上記、櫛引をした後にボイド型枠を設置すると、万一内部空隙部に水が浸入してもボイド下部の櫛引部から水が抜けることとなる。ただし、この場合は、コンクリート打設時などにボイド型枠が取れる可能性が高まるので、十分注意を要する。結局、発泡スチロールを採用したハーフPC版は、コンクリート打設時にボイドが取れないように(気泡が発生しないように)、PC工場ではボイド型枠を設置した後に周囲を櫛引し、ボイド型枠内に水が溜まらないように空隙のない全てが発泡スチロールとなるボイド型枠を採用することが望ましい。

5. 気泡防止策

現場で打設する発泡スチロール系のボイドスラブの気泡防止策は、球形ボイドも波型ボイドも既に特許を出している手法を用いると**改善**できる。つまり、気泡防止策は、解決している技術である。ただし、この気泡防止策は、多少のコストアップとなるので、その点を考慮する必要がある。ボイドメーカーは、特許に記載している気泡発生原因を十分把握しているが、他方コストアップの観点なのか十分な対策が講じられていない事例が多い。また、メーカーによっては、ボイド型枠製造後に数日の期間を置くと気泡発生を抑制できるとか、コンクリート打設時に振動を多くすると気泡防止できるなど理解しがたい理由を述べてくることがあるが、それらが正しいかどうかは、コンクリート打設後10分もすると判明する(気泡は発生している)。特に、波型ボイドは、ボイド上部に**主筋**を設置するので、気泡対策は講じた方が良い。気泡孔も数カ所なら妥協できると考えられるが数百ヶ所となると主筋への中性化、さび発生への影響が懸念される。特許提出での対策を持っている以上、品質管理の点からもメーカーが責任を持って対策する必要性を感じる。なお、波型ボイドの対策では、2種類あるが、ボイド表面硬化法はかなりコストアップとなるので、ボイドへの浸透型接着剤塗布が講じられる可能性が高い。その場合、ボイド表面から3mm以上浸透させるためには、ボイド製造直後に塗布(ボイドのどぶ付け等)をする必要がある(ボイド製造直後が最も浸透力が高い)。

これから一級建築士になられる皆様は、将来、必ず一級建築士としての「**品質**」と「**価格**」との判断に迫られる。ここではボイドスラブの**気泡**という例であるが、発生原因を正しく認識し、その防止策を理解して、コストも含めた品質管理という観点から何を重視して採用するかなど判断して頂きたい。