

豊田スタジアムスポーツプラザ屋内プールの天井板脱落の現地調査報告

1. 調査目的等

1.1. 調査目的

平成 20 年 1 月 6 日(日)の午前 8 時 55 分頃及びその数分後の二度にかけて、愛知県豊田市の豊田スタジアムスポーツプラザの屋内プールにおいて天井板が脱落した。事実関係に関する情報収集等を行うことを目的として現地調査を行った。

1.2 調査者

国土交通省国土技術政策総合研究所建築研究部 西田和生主任研究官
独立行政法人建築研究所建築生産研究グループ 脇山善夫研究員

1.3. 調査日程

平成 20 年 1 月 7 日(月)

- 17 時 豊田スタジアム到着。スポーツプラザ屋内プールで現場確認を行う。
- 18 時～ スポーツプラザ内の会議室で施設概要等についてヒアリングを行う。

現場確認では脱落した天井板を採取し、含水状態に変化がないようビニル袋に密封して持ち帰り、材料の仕様、含水率などの物理的特性について確認した。ヒアリングではスポーツプラザの竣工図面より関連箇所のコピーを入手した。

以下、調査内容について記述する。

2. 調査対象建築物の概要

2.1. 施設の概要

豊田スタジアムは 2001 年に完成した（実施設計の期間は 1997 年 10 月～1999 年 3 月、施工期間は 1998 年 12 月～2001 年 6 月）。座席数最大 45,000 席のスタジアムであり、スタンド及びコンコース（ここが 1 階となっている）の下にスタジアム関連施設諸室及びスポーツプラザがある。

スポーツプラザはスタジアム南側のスタンド及びコンコースの下階にあり、天井脱落のあった屋内プールは地下 1 階と地下 2 階の吹き抜けとなっている。スポーツプラザの地下 2 階の平面図は図 1、矩計図は図 2 の通りである。

平面図より、屋内プールのある地下 2 階にはプールの他に受付カウンター、更衣ロッカー室、スパ、各種タブ、採暖室、空調機械室などがある。プールには 25m×4 レーンのあるプール（以下、プール 1 とする）とウォータースライダーのあるプール（以下、プール 2 とする）の 2 つがある。矩計図より、屋内プールの上部はコンコース及びスタンドでありいずれも外気に面している。

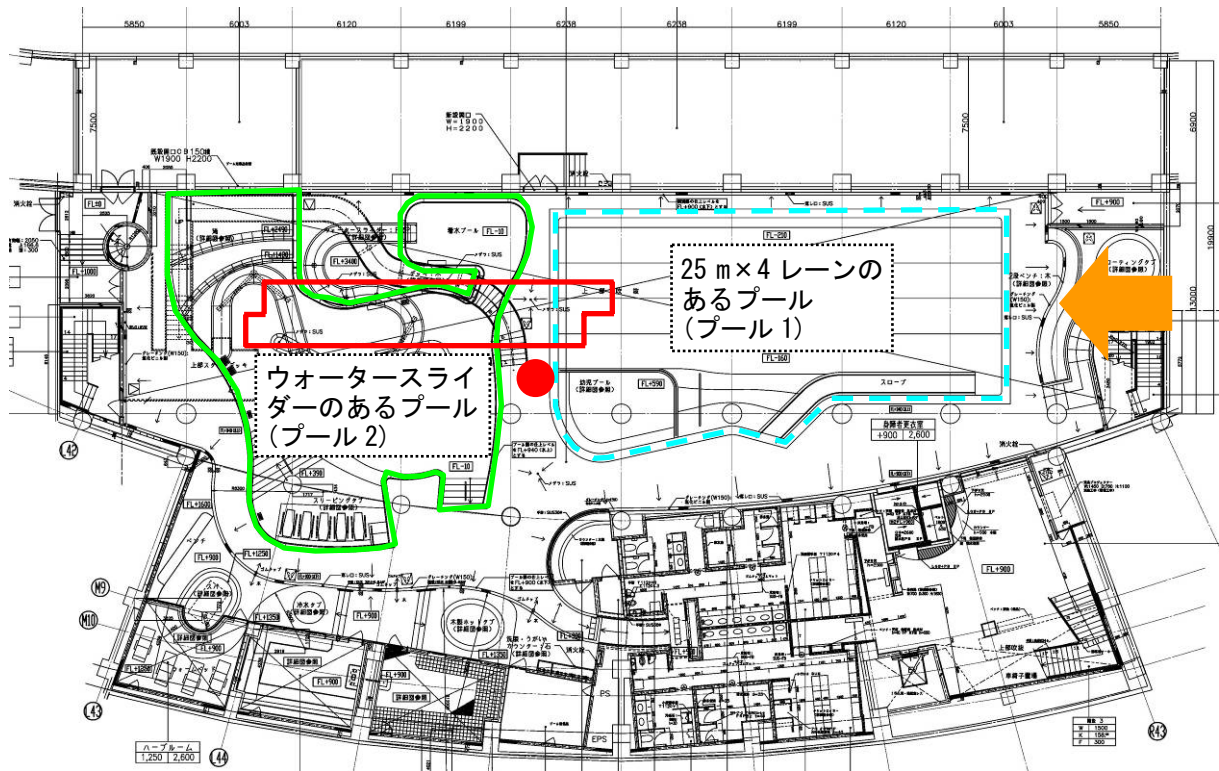


図1 地下2階平面図（赤枠内付近が天井板脱落箇所）

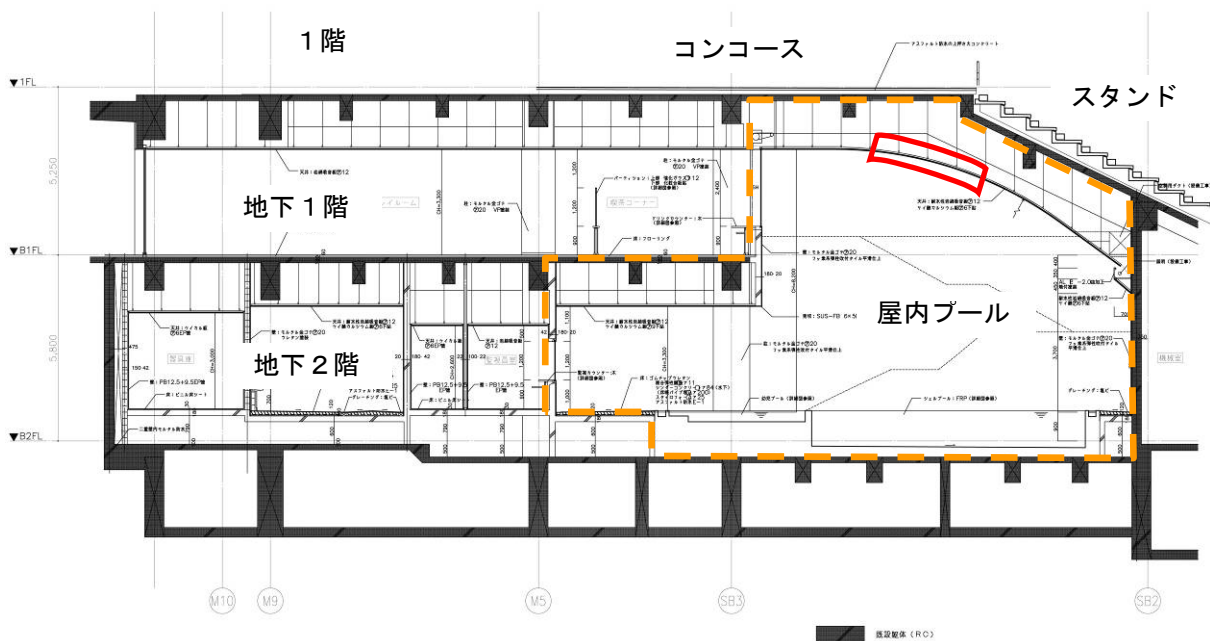


図2 鉅計図（赤枠内付近が天井板脱落箇所）



図3 屋内プール内観（図1内矢印方向）



図4 天井板脱落箇所（パノラマ合成。図3内矢印方向見上げ。円内は一度目の脱落箇所）

2.2. 屋内プールの天井の概要

スポーツプラザ屋内プールの天井は在来工法による天井であり、その構成を図5に示す。下地張りの天井板は軽量鉄骨天井下地の野縁にねじで留め付けられ、その下面に接着材を塗布した上でステーブルで仕上げの天井板が留め付けられる。

入手した竣工図面の内部仕上表、矩計図、標準詳細図によると天井の仕様は次の通りである。軽量鉄骨天井下地は、 $\phi 9\text{mm}$ の吊りボルトを1,000mm以内の間隔、野縁受けを1,000mm以内の間隔、野縁のダブルバーを1,800mm以内の間隔、シングルバーを300mm以内の間隔で設置する。吊り長さは最大約2mである。天井板は、下地張りを厚さ6mmのけい酸カルシウム板、仕上げを厚さ12mmの“耐水性ロックウール吸音板”としている。天井面は図2のように曲面をなしており、屋内プール床面から天井までは最も高い箇所では約8.2mとなっている。

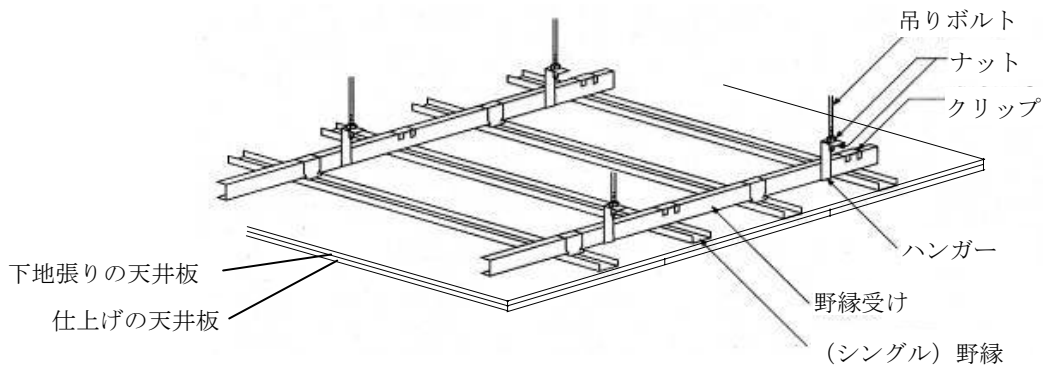


図5 在来工法による天井の構成

3. 天井板脱落被害について

3.1. 天井板脱落の発生

けい酸カルシウム板を下地張りとして、ロックウール化粧吸音板（通常の事務所に用いられるものとは異なる）を仕上げとした天井板（以下、下地張り仕上げを合わせて天井板と呼ぶ）の脱落は二度にわたって起こった。建物運営関係者が午前8時55分頃に物音を聞いて屋内プールに行ったところ、プール1上方（図4の円内辺り）の天井板が脱落しており、その数分後、一度目の脱落箇所付近からプール2の方に向かってはがれるように二度目の脱落が起こったとのことである。

3.2. 天井板脱落被害の状況

図1および図2に示すような範囲で、約4m×20mの範囲で天井板が脱落していた（図6、7）。調査時の屋内プールの状況は、市の担当者によると、概ね天井板脱落発生時の状態を保存してあるとのことであった。プールサイドに脱落した天井板については、報道各社が取材を行う際の経路上にあるものは近い箇所で一ヶ所に集積したとのことである。脱落時にはプールには既に水が張られており、プール内に落ちた天井板には触れていないが、水の動きによって移動しているものもあるとのことであった。



図6 脱落した天井板（プール1）



図7 脱落した天井板（プール2）

脱落したのは天井板のみで、けい酸カルシウム板は野縁への取付け箇所とその周辺を残して脱落していた（図10、11）。場所によって相違はあるものの、脱落した天井板はそれぞれ水分を多く含んでおり、けい酸カルシウム板の端部は指で比較的容易に折り曲げることができた。

脱落した箇所以外の天井面では、表面に部分的に水等によるしみ跡のような箇所が全面にわたって見られた（図8）。けい酸カルシウム板が野縁から浮いている箇所も見られた（図9）。軽量鉄骨天井下地の露出した箇所から、吊りボルトや野縁の表面に発錆が見られた（図10、11）。

天井裏では、調査時には吊りボルトが取り付けられているフラットデッキに結露が見られ、その他の梁や傾斜部分には変色や水等が伝って流れたような跡が見られた（図12）。天井の点検口から脱落を免れた天井裏を見たところ、同様に吊りボルトが取り付けられているフラットデッキでの結露や下地材の発錆などが見られた（図13）。

脱落した天井板を確認したところ、下地張りはけい酸カルシウム板、仕上げはロックウール吸音板であり、けい酸カルシウム板の大きさはおよそ900mm×1,800mmで厚さ約6mm、ロックウール吸音板の大きさはおよそ300mm×600mmで厚さは約12mmであった。脱落したけい酸カルシウム板

についている野縁やねじの頭抜きの跡を実測したところ、野縁のシングルバーの跡は概ね 300mm 以内の間隔で、ダブルバーの跡は概ね 1,800mm 以内の間隔であった。足場がなかったため野縁に残っているねじの間隔を実測できなかったが、けい酸カルシウム板についたねじの頭抜きの跡から、ねじによる留め付け間隔は、けい酸カルシウム板短辺の端部については概ね 150mm 以内、その他の部分については概ね 200mm 以内であった。

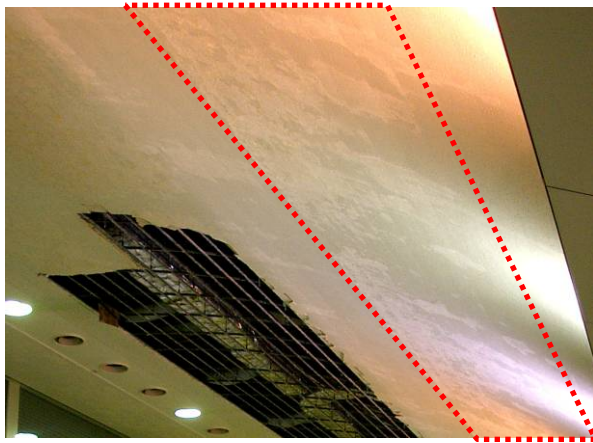


図 8 天井表面のしみ跡のようなもの

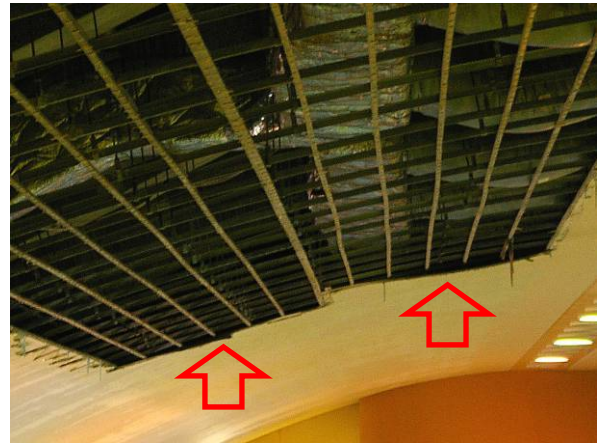


図 9 下地から天井板が浮いている箇所



図 10 発錆の見られる野縁

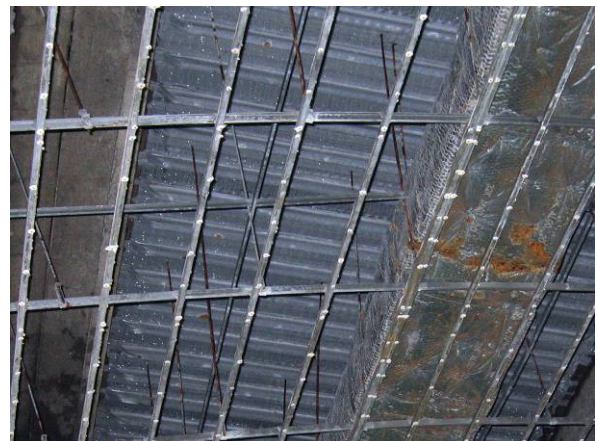


図 11 発錆の見られる吊りボルト



図 12 変色、水跡、結露の様子



図 13 天井裏の状態

3.3. 脱落した天井板の物理的特性について

脱落した天井板で水に浸かっていないものを、天井脱落から約 33 時間後に現地で採取した。採取品は含水状態に変化がないようビニル袋に密封して持ち帰り、含水率を測定した。野縁とけい酸カルシウム板とのねじによる取付け強度を確認するために、けい酸カルシウム板については取付け強度の試験を行った。

一度目の脱落箇所の下付付近（図 1 の赤丸箇所）で採取したけい酸カルシウム板の含水率を計測したところ 70.2%であった（含水率は JIS A5430「繊維強化セメント板」に規定される波板及びスレートボードの吸水率試験に準じて求めた）。脱落したけい酸カルシウム板と同種のけい酸カルシウム板の新品の吸水率は 72.9%（せんい強化セメント板協会提供資料のデータより）であるので、採取したけい酸カルシウム板は十分に水を含んだ湿潤状態であったと言える。

現地で採取したけい酸カルシウム板および同種のけい酸カルシウム板の新品について取付け強度試験を行った。新品の取付け強度試験より、けい酸カルシウム板は湿潤状態では気乾状態の 6 割程度の取付け強度であった。採取品と新品を湿潤状態にして取付け強度試験を行ったところ、採取品は新品の 6 割程度の取付け強度であった。湿潤条件による強度の低下とともに、材料の劣化などによる強度の低下が予想される。

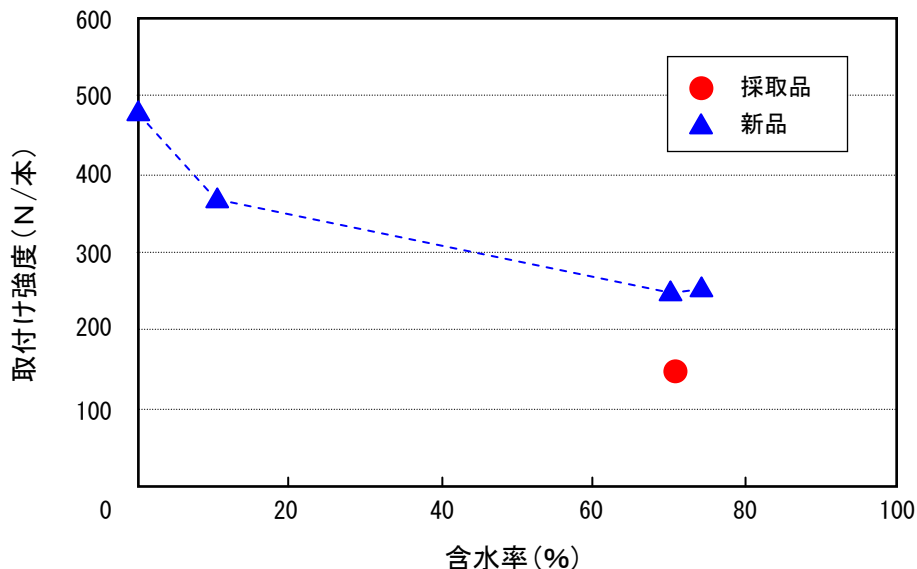


図 14 けい酸カルシウム板の含水率と取付け強度

※ 含水率 (%) = (含水時の質量 - 絶乾時の質量) / 絶乾時の質量 × 100
吸水率 (%) = (飽水時の質量 - 絶乾時の質量) / 絶乾時の質量 × 100 とする

4. 今後の作業について

今回の天井脱落を受けて豊田市は「豊田スタジアム屋内プール天井落下事故調査委員会」を設置した。実測等を行って 3 月末までに調査報告をまとめるとのことである。同調査委員会における検討状況を踏まえつつ、現地調査で収集した資料について今後更に検討を進めていく。