

## 水夢 21

### Swim 21

今里 藤勝 Fujikastu Imasato 佐々木 成彦 Shigehiko Sasaki  
森田 隆司 Takashi Morita 片山 隆康 Takayasu Katayama  
プール事業部製造室研究開発 GR

From July 16 to 29, 2001, the 9th FINA World Swimming Championships were held in Fukuoka, Japan. Participating in the event were some 2,500 athletes, officials and coaching staff from 134 countries. The meet was a huge success, producing eight new world records, 48 event records and 20 Japanese national records, while drawing a total of 150,000 spectators to the event arenas.

In this event, a 50m international regulation pool designed and built by Yamaha Motor of FRP in modules for installation as a temporary facility was used for the first time ever in the World Championships. What's more, this revolutionary pool won high acclaimed. Here we introduce the story behind the development of this pool, named the "Swim 21," including the various demands placed on the pool construction and performance by the FINA and the measures Yamaha came up with to meet these strict demands.

## 1 はじめに

2001年7月16日～29日 福岡市において第9回世界水泳選手権大会が開催された。大会には世界134ヶ国から役員、選手を含めて2,500人が参加。世界記録8、大会新記録48、日本新記録20と15万人を超える観客動員数を達成し、成功裏に幕を閉じた。

この世界大会で、史上初の試みとしてヤマハ発動機株のFRP製プール「水夢21」が国際公認50m特設プールとして採用されただけでなく、大きな評価を受けた。「水夢21」開発に当って国際水泳連盟から要求された課題と対策を含めて紹介する。

## 2 プール本体設計の課題と対策

### 2.1 水深3mの水圧に耐える特設プール

水深3mのプールの側壁には幅1m当たり、4.5tの力が掛かる。短期施工の必要性もあって今回初めて上下2分割方式の側壁に取り組むこととなった。

強度だけでなく、FRP特有のタワミにも配慮して概略の構造を計画した後、構造解析により応力やタワミの詳細値を確認しながら上下のユニット毎に適切な構造と支持方式を決定した。その後、実際のユニットを使って8m×7m×3mの実証試験プールを組み立て(図1) 水を入れて応力とタワミの計測を行い(図2) 解析データとの比較検証をして7月の大会に備えた。



図1 実証試験用プール

## 2.2 既存施設を痛めないプール支持構造

通常の方法では建物や布基礎にプール支持材をアンカー固定するが今回はそれが許されないため、布基礎の代わりに3m×2.8m×0.25m、重量5tのプレハブRC製の床盤56個をプールの外周に並べて対応した。その床盤の上に山留め材のH鋼を立て、プール支持金物を組み付ける構造である(図3)。RC床盤の下にはメッセ床の保護と床盤のすべり止めを兼ねてゴムシートを敷いた。



図2 歪測定装置

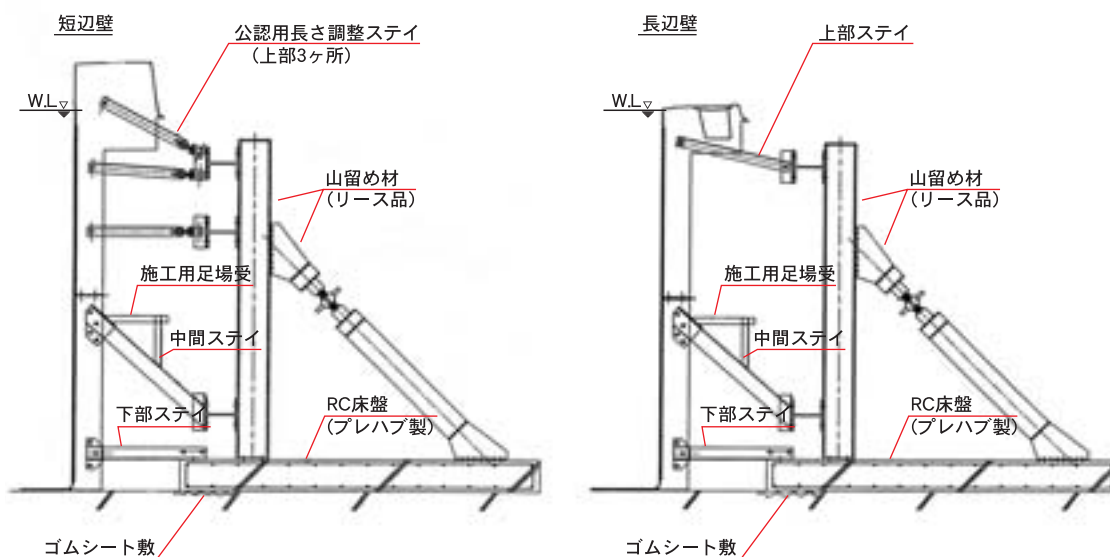


図3 プール支持構造

## 2.3 公認プール精度の確保

50m 公認プールはコース両端に厚さ1cmのタッチ板を取り付けるため、要求寸法は50.02m、要求精度は-0、+10mmであるが、さらに、各コース中心線上の上下5ヶ所の計測点での精度がコース平均長さの±2.5mm以内という条件がある。この条件を満たすため、プール短辺上部のユニットはネジを使って長さの微調節が可能な機構として、公認計測をクリアした。表1に諸元を示す。

表1 プール諸元

サイズ		50m×25m×3m	
ユニット数	サイド	58ヶ	
	フロア	104ヶ	
ユニットサイズと重量(max)	サイド	6m×1.5m×0.68m	300kg
	フロア	6.9m×2m×0.03m	168kg
プール本体重量 (FRP部のみ)		31.3t	

## 2.4 記録の出やすいプールを目指して

メインプールは競泳とシンクロ競技の共用ということで水深 3m に決定したが、これが浅水影響によるスイマーの抵抗増加を防ぐ効果をもたらすことを期待した。

オーバーフローの形状は波消し効果の高いフィンランド方式とし、返し波を減らすために溝の断面積も大きくした。コースロープは実験で消波効果の高いことが実証された最新式の製品を選択した。

## 2.5 環境への配慮(リユース)

特設プールとはいえ、この大会で目的を果たしたから廃棄するというのは、資源有効活用の時代に不適切である。今回のプールは大会終了後もリユースするという方針が決まっていたので、各ユニットを痛めずに解体と再組立がしやすい接合方式を選択した。あらかじめ実証実験で確認しており本番でも予定通りの解体作業ができた。解体されたプールは倉庫に一時保管され、次の出番を待っている状態である。

# 3 水質管理

世界水泳選手権で当社が水質を管理したプールは、メインプールの水夢と屋外のウォームアップ・男子水球の 3 プールであるが、水夢について報告する。

一般的にプールの水質管理は、使用者(競技者)が快適で衛生的に泳げることを目的としている。水夢の場合はこれに加え、世界中へのテレビ放映(水中映像)があるため、透明度(濁度)の維持管理が最重要課題であった。また、競泳においては選手各人が自己ベスト記録を出すことのできる水質維持管理も必要であった。

## 3.1 管理項目

プールの水質管理項目は、厚生労働省の遊泳用プールの衛生基準にて、濁度・遊離残留塩素濃度・pH・過マンガン酸カリウム消費量(有機物等)・大腸菌群数が指定されており、それに国際水泳連盟より指定された水温を加えた(表 2)。

この他、水底・水表面に溜まったごみ(髪飾り、繊維の固まり、虫等)の除去作業・水位管理も行う必要があった。

表 2 水質管理項目

濁度	濁度 3 以下	厚生労働省遊泳プール水質基準
遊離残留塩素濃度	0.4mg/L 以上、1.0mg/L 以下が望ましい	
pH	5.8 ~ 8.6	
過マンガン酸カリウム消費量	12mg/L 以下	
大腸菌群	100mL 中の最確数が 5 を越えないこと	
水温	25 以上 28 以下	国際水泳連盟基準

遊泳プール水質基準は平成 13 年 7 月 24 日改正された

### 3.2 設備

水質管理の設備を表3に示す。砂ろ過機は、1時間当たり処理能力が全プール水容量の1/4(937.5m<sup>3</sup>)以上を有するように、現在販売している砂ろ過機から選定し容量・台数を設定した。

活性炭ろ過機は、砂ろ過機とは別の塩素剤注入系の配管経路(常時運転)にいれる必要があり、除去率の高い複合活性炭とした。

温水ボイラーは、水道水温度がこの時期23前後また、室内空調温度湿度より昇温装置が必要と分り設置した。

塩素剤注入ポンプは、残留塩素消費量を算出し設定した。凝集剤ポンプは予算の関係上、ろ過機2台当たり1台として6台とした。

表3 水質管理設備の仕様

	仕様	主な対応水質管理項目	備考
ろ過機	砂ろ過機 80 m <sup>3</sup> /h × 12 台	濁度・過マンガン酸カリウム消費量	競技本番時停止(凝集剤注入系)
	活性炭ろ過機 80 m <sup>3</sup> /h × 1 台	濁度・過マンガン酸カリウム消費量	常時運転(塩素剤注入系)
塩素剤注入ポンプ	485mL/min × 2 台	遊離残留塩素濃度	-
凝集剤注入ポンプ	87mL/min × 6 台	濁度・過マンガン酸カリウム消費量	-
温水ボイラー	400000kcal/h × 1 台	水温	-
(プール大きさ)	50m × 25m × 3m (水深)	-	-
(水容量)	3750 m <sup>3</sup>	-	-

### 3.3 測定・管理

国際大会での水質管理ははじめてであったので、大会開始2週間前より早朝から深夜まで1時間毎に水質測定を行い、データを集め大会本番に備えた。測定は2交替制とした。

#### (1) 濁度(透視度)管理

前にも記したが、テレビ(水中映像)放映があるため、50m先の透視度確保に努めた。このための主要設備はろ過機であり、その性能を高めるものが凝集剤であったが、競技(シンクロナイズドスイミング、競泳)本番中は、競技に影響を与えないよう砂ろ過機12台は停止しなければならぬので注意を要した。活性炭ろ過機は運転できたが、プール水全体の2.1%をろ過する容量(時間当たり)に過ぎなかった。従って、練習中の測定管理に重点を置いて、濁度が0.1度以下に管理できた(図4)。競泳競技初日から翌日(7月22、23日)の濁度変化を図5に示す。



図4 水中内透視度(50m先まで見通せます)

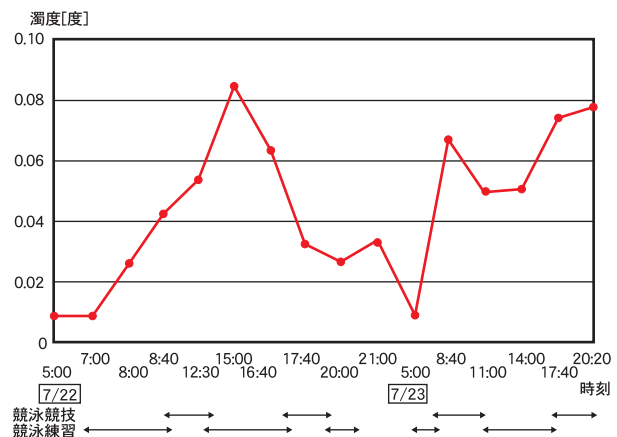


図5 濁度変化

(2) 遊離残留塩素濃度

屋内での設置であり、多くの観衆が予想されたので、プール特有の塩素臭の発生防止に努めた。塩素臭の原因である結合残留塩素ジクロラミンを発生させないように、残留塩素濃度を遊離残留塩素濃度管理とし、0.4 ~ 1.0mg/L の範囲にて維持管理できた。

(3) pH

泳ぎやすい水質を目指し、pH 調整薬剤の投入により水質感触の悪化(まとわりつく・重たい・切れが悪い等)を避けるため(管理範囲を広くして)極力調整剤は使用しないことにし、泳ぎやすいという評価を得た。

(4) 水温

水質管理上(濁度・過マンガン酸カリウム消費量を抑えるため)および、良い競泳記録ができるよう低水温に設定したいところであったが、大会組織委員会より水温指定がありその指定温度 + 0.1 から - 0.3 に管理できた。

(5) その他

過マンガン酸カリウム消費量、大腸菌群数は濁度、遊離残留塩素濃度により管理した。

**4** 短期施工(通常工法70日を14日に短縮)

水夢 21 は、小学校用プール(25 m x 13 m x 1 m)11 個相当の大型プールである。通常、今大会と同仕様で完成させるには約 10 週間を要する。

しかし、マリンメッセ福岡はイベント等で稼働率が高い事と賃料(500 万/日)の制約から、工期2週間と提示された。

そこで関係部署による課題解決委員会を発足させ、問題点の抽出と対策を検討した。その結果、構造、組立、運搬、解体、リユースを考慮したプレハブ化を計った。

例えば、基礎は重さ 5t、3m 角の鉄筋コンクリートブロックとし、プール壁水圧を支えるステー支持部はリースの山留め鋼材、プールサイドデッキ受は工事現場の足場用仮設材、ろ過機は当社開発のプールサイドインを使って配管工事の削減をした。

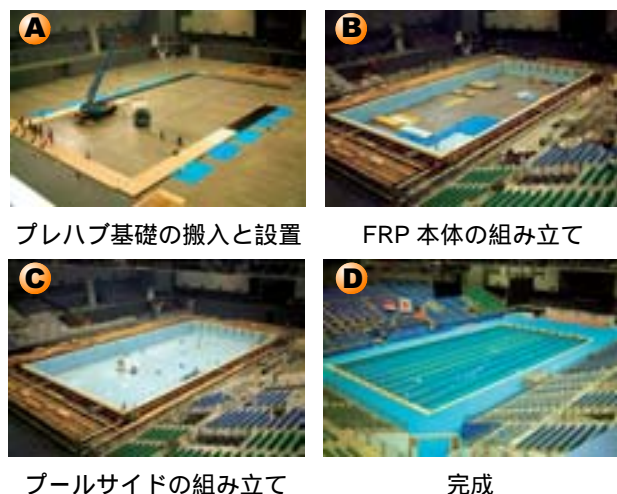
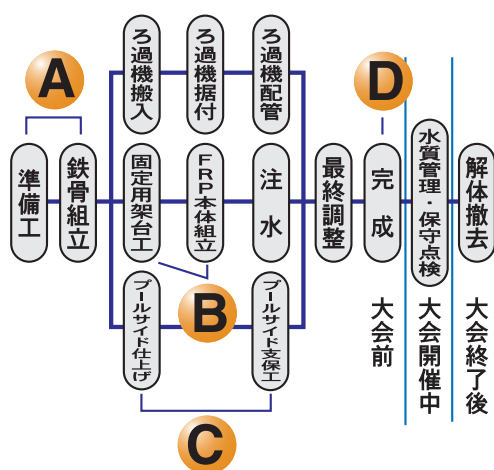
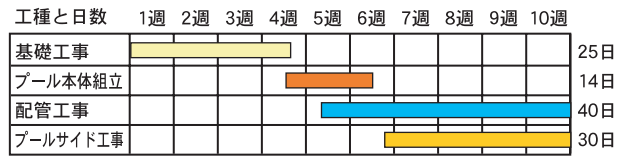


図 6 14 日間の挑戦

プール本体はプール壁を上下分割とし、ユニット数の減少だけでなく公認長さ調整の容易化、ユニット組立用ボルト孔明けや循環金具取付け等は工場内加工、中間ステイに足場受材を設けてプール組立用足場を不要とした。

更に観覧席工事業者の協力を得て、特設プール、プールサイド、浄化設備を2週間で組立、1週間で解体するネットワーク工程表を作って短期施工が実現した(図6、図7)。

■通常工程



■福岡工程

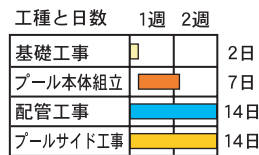


図7 工程表

5 おわりに

水夢 21 プロジェクトはプール事業部だけでなく、研究開発センター、舟艇品質保証グループ等を含めたトータルヤマハの力で成功させることが出来たと思っている。また、水中音響解析では、ヤマハ(株)アドバンスシステム開発室のご協力に感謝したい。今後の展望として国際水泳連盟や日本水泳連盟に高く評価されたことより、世界市場への道が開けつつあることを報告しておく。

著者



左から、森田 隆司、今里 藤勝、佐々木 成彦、片山 隆康