

台湾新幹線プロジェクトの概要

○中川 正也 (三菱重工業株式会社)

The Outline of Taiwan High Speed Rail Project

○Masaya Nakagawa (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.)

キーワード：新幹線，鉄道システム輸出，プロジェクト運営

Key Words : High Speed Rail, Exporting Transportation System, Project Management

Taiwan High Speed Rail J-RAIL

台湾新幹線プロジェクトの概要

プラント・交通システム事業センター
三菱重工

台湾新幹線の概要 2008年12月

Taiwan High Speed Rail J-RAIL

AGENDA

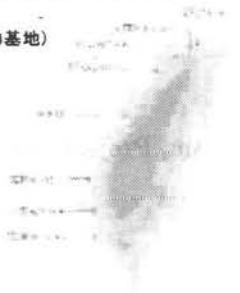

- 台湾新幹線プロジェクトの概要
- プロジェクトの特徴
- コアシステム工事の問題点と対策
- 対応事例の紹介
- 軌道工事への取り組み
- 結び

台湾新幹線の概要 2008年12月

Taiwan High Speed Rail J-RAIL

台湾高速鉄道建設プロジェクト概要

- 建設区間
台北—高雄(左営) 総長34.5km (8駅/4基地)
- 総投資額
約1兆7,000億円
- 建設・運営契約の形態
BOT方式 (政府が民間へ授権)
- 日本連合受注範囲
 - ◆ コアシステム
 - ◆ 軌道工事
- 契約期間
2001年3月～2006年2月(約60ヶ月)
- 営業運転最高速度
300km/h
- 所要時間
約90分
(台中1駅停車)





台湾新幹線の概要 2008年12月

Taiwan High Speed Rail J-RAIL

台湾高速鉄道建設の背景

- 台湾(中華民国)
面積: 36,000平方km
人口: 2,300万人
首都: 台北
- 高速鉄道建設の背景
人口の95%が集中する台湾西部
政治・経済・産業も同地域に集中



既存交通網(航空・高速道路・在来鉄道)の輸送能力の限界
高速道路の慢性的渋滞、在来鉄道(台湾国鉄)の老朽化

1989年から台湾政府が高速鉄道建設計画を開始

台湾新幹線の概要 2008年12月

Taiwan High Speed Rail J-RAIL

経緯(1)

1989.01	交通部(国交省に相当)が外部コンサルにF/S依頼
1992.06	行政院が高速鉄道路線(台北-高雄345km)を決定 翌年には国家10大建設に指定
1995.01	行政院が民間投資40%以上を条件に建設を承認 ⇒世界最大級のBOT(Build Operate & Transfer)案件となる
1996.10	交通部が民間企業にBOTへの参加を募集
1997.08	BOT入札実施 日本連合は中華高鉄グループ、独・仏連合は台湾高鉄グループと組み入れに参加
1998.06	ドイツ・ICE脱線事故発生
1998.07	交通部は台湾高鉄と事業権契約(BOT)を締結
1999.07	台湾高鉄はコアシステム(ETM)入札実施を発表 = 独・仏連合(正O+TGV)と日本連合(新幹線)が参加
1999.09	台湾でM7.7の大地震発生
1999.12	台湾高鉄は日本連合に優先交渉権を付与
2000.03	土木工事着工

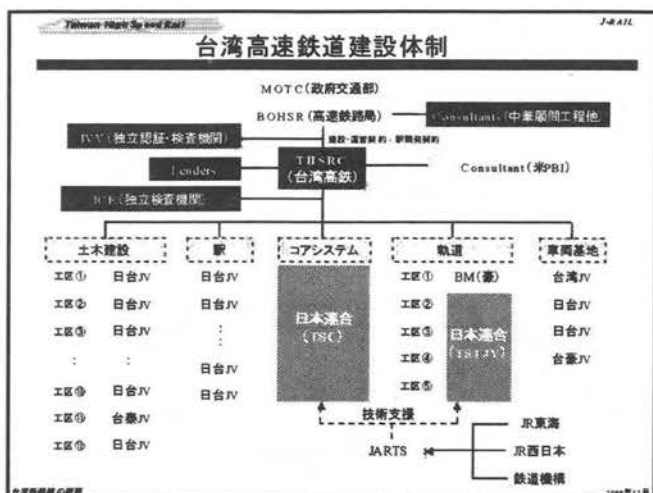
台湾新幹線の概要 2008年12月

Taiwan High Speed Rail J-RAIL

経緯(2)

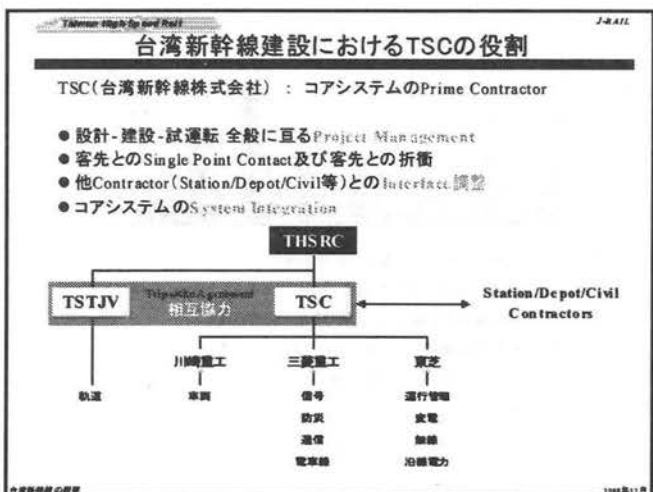
2000.12	日本連合-台湾高鉄で契約締結
2001.03	コアシステム契約発効
2002.07	日本連合、軌道南部2工区(176km)の契約調印
2003.01	日本連合、軌道北部2工区(154km)の契約調印
2003.05	コアシステム工事着工
2003.07	軌道工事着工
2003.09	コアシステム: 試験線にて試験走行開始
2005.04	軌道工事完工
2005.10	コアシステム: 試験線にて時速300キロ走行達成
2006.06	コアシステム: 全線での時速300キロ走行達成
2006.10	コアシステム: 全試験を完了
2006.12	台湾高鉄が交通部より営業許可取得
2007.01	開業

台湾新幹線の概要 2008年12月



台湾新幹線の構成要素

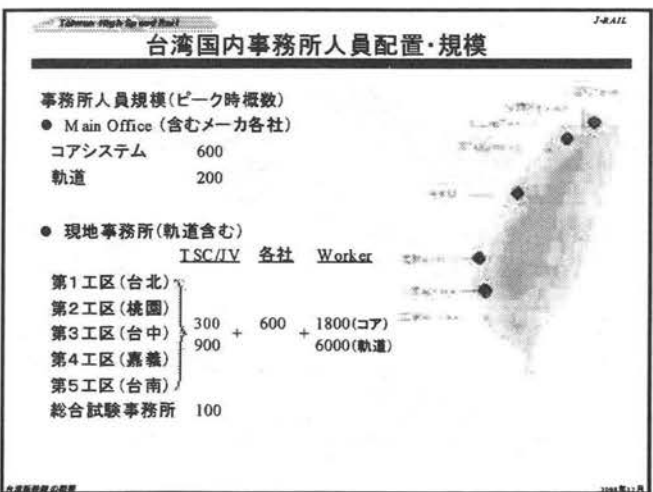
Subsystem		Contractor
Core System	Rolling Stock 車両	日本連合 Taiwan Nishikansen Corporation
	Signaling System 信号	
	Disaster Warning System 防災	
	Traffic Control System 運行管理	
	Communications Systems 通信	
	Train Radio System 無線	
	Power Supply System 変電	
Overhead Catenary System 電車線	日本連合 TSTJV	
Wayside E&M System 沿線電灯・電力		
Trackwork 軌道 (S&M works system in low speed section)	Other Contractors	
Civil/Stations/Depots (Separate Contracts)	Other Contractors	



- ### 関係団体からのご支援
- JARTS 台湾高速鉄道本部 : JR東海・JR西日本・鉄道運輸機構各社から経験豊かな専門家を派遣 (TSCに対する主な支援内容)
 - ◆ 新幹線技術全般に係わるアドバイス
 - ◆ 試験走行(T&C、特にSystem Integration Test)に係わる技術支援
 - ◆ 運転・保守に係わる支援
 - 鉄道総研からの各種技術支援・問題の解決

JARTS 総研・鉄道総研の支援のお陰で、長期にわたる建設・試運転期間における重大事故「ゼロ」を達成
 - 経済産業省・国土交通省からのご支援

適切なタイムリーなご指導を頂き深謝



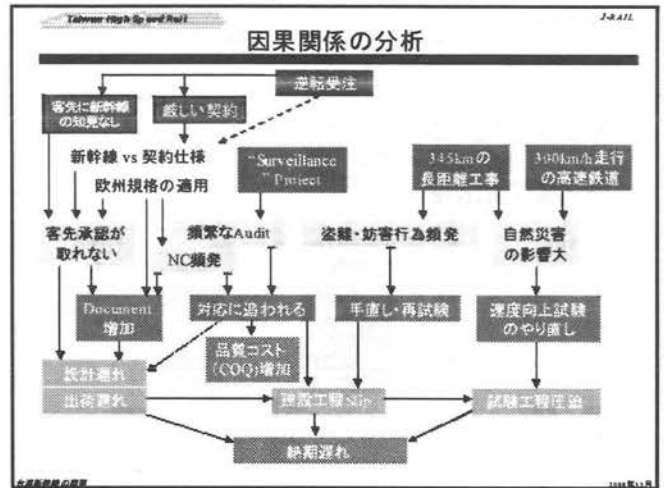
- ### プロジェクトの特徴 - 困難を生んだ要因
- 初の新幹線システム輸出
 - 逆転受注 - 日本連合にとって厳しい契約条件
 - ◆ 新幹線仕様 vs 契約仕様(欧州高速鉄道ベースの仕様)
 - ◆ 不慣れな欧州規格への対応(製品・業務プロセス)
 - ◆ 短納期 (コアシステム: 約5年、軌道工事: 2年3ヶ月~2年9ヶ月)
 - ◆ 新幹線に知見のない欧米人コンサルタント(高速鉄路局・客先)
 - 多岐に亘るInterface Party (土木・駅・車両基地他)
 - MHI・東芝・川重の3社コンソーシアム
 - Multi-Nationality Project (客先雇用の多国籍Staff)

台・日・英・独・仏・米・加・豪・印・中国(香港)・イラン・マレーシア等
 - Multi-Language Project (日本語・英語・中国語・台湾語)
 - Surveillance Project
 - ◆ 第三者検査機関(IVV)による信頼性・安全性審査の実施
 - ◆ 客先・IVV・ICE・Lenders Engineer等による頻繁なAudit
 - "Document Project" (総Document数: 130,000以上)
 - 総延長345kmに亘る線の工事
 - ◆ 盗難・妨害行為
 - ◆ 自然との闘い(地震・台風・豪雨・地盤沈下)

適用規格

- ROC Government Regulations & Standards
- ISO
- IEC
- CCIR
- CCITT
- EN
- UIC
- Japanese National Standards
- Relevant Standards

- Specific Standards
 - ◆ RAMS EN50126
 - ◆ Signaling Software EN50128
 - ◆ EMC/EMI EN50121



問題点と打ち手

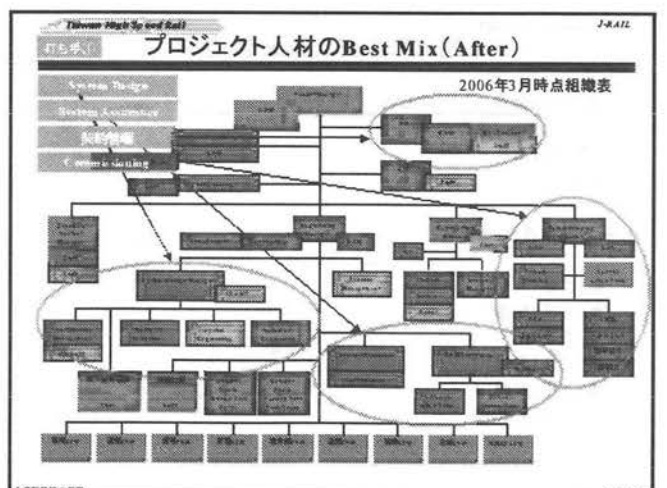
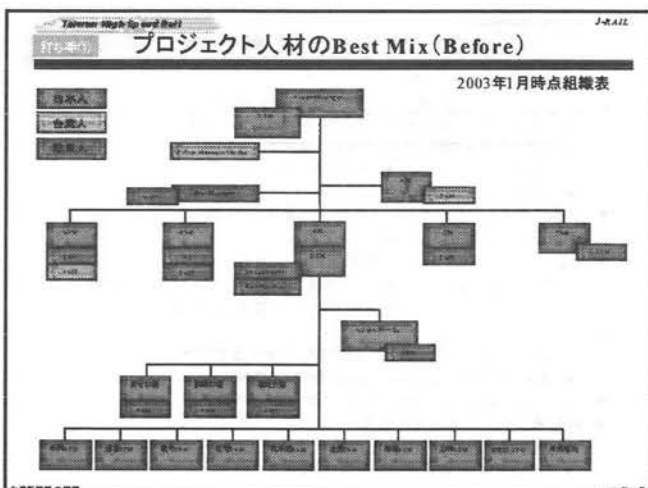
- 契約仕様・欧州規格への対応等による設計遅れの発生
 - 打ち手① 人材投入による弱点補強と工程遅れの挽回 (TSC/各社)
 - 打ち手② "Commissioning (Last Runner)" 体制の整備・強化
- 日本式業務プロセスはもはや通用しない
 - 打ち手③ V Processの導入とSystem Assuranceの強化
- Soft Approachの限界
 - 打ち手④ Hard Approachへの転換

コアシステムでの経験を軌道工事に生かす

人材の投入と狙い (TSC)

- プロジェクト当初より優秀な台湾人の採用を開始
- 2002年 第三国人(欧米豪他)の採用を開始 (V Process/System Assurance対応)
- 2003年 人材の採用を本格化 (上記及びT&C Staffの強化)
- 2004年 人材採用の加速 (上記及び契約管理 Staffの強化)
- 2005年 プロジェクト追い込み体制の確立

狙い： 欧州規格に対応できる人材の確保・育成
当面の弱点補強と先を異域した体制の整備



Testing & Commissioning

サブシステム個別試験からSystem Integration Test (SIT)

Subsystem Individual Test

- Rolling Stock
- Signaling System
- Electrification System
- Communications Systems
- Wayside E&M Systems

Subsystem Interface Test (Static Integration Test) → System Integration Test (Dynamic Performance Test)

With no train operations → With train operations

“Test Track” & Main Line Sections

- 台南付近のTest Trackの工事を他の工区より早期に完了
- 他の工区に先行して、“Test Track”にて各種個別試験とSITを実施し、System Performanceを検証後、全線に展開

台湾新幹線プロジェクト終盤の工程(概要)

Construction

Main Line North SIT

Main Line South SIT

Test Track (60km) System Integration Test (SIT)

Trial Running

Testing & Commissioning

- 100% 日本式で総合試運転 (System Integration Test) を実施
- JARTS殿・鉄道総研殿からの全面支援

総合試運転 (System Integration Test) :

- 1st Train Operation (入線架線試験)
 - 最高速度30kphで低速運転を行い、全サブシステムの動作確認を行う。
- Signal-ATC Test (ATC現示試験)
 - 最高速度120kphにて信号システム(ATC)の機能検証。
- Speed Up Test (速度向上試験)
 - 徐々に速度を向上し、主に車両、OGS、通信、軌道等の高速性能を確認。
 - 130-160-180-200-210-220-230-240-250-260-270-280-290-300
- Miscellaneous Operations Test (その他の確認試験)
 - 最高速度300kphにて、EMC/EMI試験、運行管理システムによる運転、PSSCによる駅自動停止、単線双方向運転、トンネル内すれ違い運転、駅での待避・追越運転、救援運転等の試験を実施。

V Process & System Assurance

(背景)

- 「安全性の担保が必要なシステム」では、下記を要求されるのが通例
 - 国際規格に規定された業務プロセスの導入
 - システム性能・安全性・信頼性の保証 (System Assurance の実施)
- 台湾新幹線プロジェクトにおいても同様の契約要求あり
- 一方、これらの本格実施には膨大なペーパーワークを要する

↓

プロジェクトニーズに即したProject Management Toolsを構築 (狙い)

- System Assurance関連業務の効率化 (Certificate Report作成支援)
- 設計・変更のVisibility / Traceabilityを高め、プロジェクト管理・フォロー機能を向上

System Assuranceとは何か

System Assurance

Quality Assurance (ISO 9000)

RAMS Analysis (EN 50126)

Reliability, Availability, Maintainability, Safety

V Processと関連するManagement手法

- “Verification & Validation”によるRequirements Management
- Configuration Management (Change Control/Document Controlを含む)

(注) Verification : 設計レベルでの設計結果の確認
Validation : 試験による機能・性能の検証

V Process と Verification & Validation

V&VによるRequirements Management

Requirements Management

Validation

Verification

System Test

Hardwareによる要求仕様・性能の検証 (Testによる検証)

Verificationの結果: 性能要求を満たす仕様機能・性能の合格判定基準

Taiwan High Speed Rail J-RAIL
行先番号 PM Tools のMain Menuと主な機能

The screenshot displays the main menu of the PM Tools software. It features several database categories: Document Control Database, V&V Database, Test Management Database, and Core System Databases. The Core System Databases include Certification Report, Configuration Item Database, Function/Interface Database, and Change Request Database. Other visible elements include Project Information, Planning, and Assembly Control.

Taiwan High Speed Rail J-RAIL
行先番号 System AssuranceとCertificate Report作成

The flowchart illustrates the Project Life Cycle, divided into Design, Manufacturing, Installation, and Testing & Commissioning phases. The System Assurance process is shown as a continuous flow across these phases. Below this, the PM Tools and Certificate Report stages are detailed. A callout box notes: "業務プロセス及び System Assurance手法の透明化により、IVVによる安全性・信頼性審査は順調に進み、約1週間で審査を通過" (Due to the transparency of the business process and System Assurance methods, the safety and reliability review by IVV proceeded smoothly, passing the review in about one week). The process concludes with a Certificate Report, which is then used for Project Milestone and Core, leading to Track, Station, and Civil works, and finally to the JARS Safety Case. Stakeholders listed include 客先(鉄道事業者) (Client/Railway Operator), IVV(第三者検査機関) (Third-party Inspection Agency), and 政府(高鉄総局) (Government/High-speed Rail Bureau).

Taiwan High Speed Rail J-RAIL
軌道工事への取り組み

軌道工事 (コアシステム受注の1年以上後に契約)

- 設計
 - ◆ 日本仕様をできる限り契約に織込み
 - ◆ 土木・軌道・コア(車両)を含めたDynamic Simulationの実施
- 建設工事
 - ◆ 日本の施工方式を踏襲して工事を実施
 - ◆ 路盤コンクリート工事及び日本式Slabの製作・据付
 - ◆ Training Trackを設置し、台湾人Workerに日本方式の据付手順を徹底教育
 - ◆ 日本語を教え、指差確認も日本方式を徹底
- Testing & Commissioning
 - ◆ コア・軌道一体となった総合試運転の実施

結果として、軌道工事は良好な施工品質を確保

Taiwan High Speed Rail J-RAIL
結び

幾多の困難と苦労はあったが、今回の貴重な経験を通じて、本プロジェクトに参画した技術者は：

- ◆ 国際規格に適合した業務の遂行 (V Process, System Assurance/RAMS等)
- ◆ 国際規格(仕様)に適合した高速鉄道の設計
- ◆ 線の工事(コアシステム・軌道工事)の建設管理手法
- ◆ 高速鉄道のTesting & Commissioningを学び、十分なポテンシャルを身につけることができた

↓

JARTS 殿のご支援のもと、海外での高速鉄道建設に対応できる基盤が確立した。

Taiwan High Speed Rail J-RAIL
謝辞

多大なご支援ありがとうございました。

- 台湾高鉄
- 台湾交通部・高速鉄路局
- JARTS (JR東海・JR西日本・鉄道機構)
- 鉄道総研
- 経済産業省
- 国土交通省

Taiwan High Speed Rail J-RAIL
END

ご清聴ありがとうございました。