

MRTJ トンネルセグメントの製造における品質向上策と創意工夫

海外事業室 (Wijaya Karya Komponen Beton 出向) 九津見昌宏

1. はじめに

インドネシア共和国の首都ジャカルタで 2013 年に着工した同国初めての地下鉄となるジャカルタ都市高速鉄道 MRTJ 南北線第一期工事区間は 2019 年 4 月 1 日に営業運転を開始した。第一期工事のトンネル区間全 3 工区に当社 Wijaya Karya Komponen Beton (以下 WIKAKOBE) がトンネルセグメントを製造、供給した。WIKAKOBE はインドネシア国営建設会社 Wijaya Karya (以下 WIKAKA) のコンクリート 2 次製品製造子会社の Wijaya Karya Beton (以下 WIKABETON) とピーエス三菱のインドネシア子会社 Komponido Betonjaya (以下 KOBE) の合弁会社として 2012 に設立された。現在、南北線第二期工事が 2020 年 6 月に着工した。第一期工事北端の日本大使館がある市内中心部からさらに北側に延伸となり、2021 年 6 月現在、3 工区の内 2 工区が施工中である。本稿は 3 工区の最初に着工した日系建設会社とローカル国営建設会社の共同企業体 (SAJV) から受注したトンネルセグメントの製造における品質向上策と創意工夫について報告する。

2. WIKAKOBE の取り組み

第一期工事でトンネルセグメントをインドネシア国内で初めて製造した唯一の実績を持つ企業として、コロナ禍での大量生産をスムーズに行い、更なる品質向上が要求されている。表-1 に WIKAKOBE の受注前の取り組みを示す。

表-1 WIKAKOBE 受注前の取り組み

番号	取り組み内容	説明
①	コンクリートの新配合開発	生産性向上
2	骨材置場の整備 (舗装、排水設備) および、ふるいの設置	粗骨材と細骨材の厳密な分離、異物混入防止
3	骨材計量装置 (計量誤差) の改善	ロードセルの増設
4	バッチングプラントオペレーションの全自動システムの導入 (ソフトウェア)	オペレーターによる操作ミスを防止
5	チラー (冷却水循環装置)	常に水温を 8°C に保つ (コンクリート温度 33°C 以下)
⑥	KOBE からマネージャークラス 2 名を追加、組織を補強	ピーエス三菱の影響力を高めるため

表-1 の (番号 2) から (番号 5) までの改善は当社がトンネルセグメント製造をするのに相応しい工場であるというイ

メージをアピールするには十分効果的だった。しかし、これら取り組みの中でも重要なのは (番号 1) のコンクリートの新配合開発と (番号 6) の KOBE からの人員補強であった。次に受注後 (大量生産時) の取り組みを表-2 に示す。

表-2 WIKAKOBE 受注後 (大量生産時) の取り組み

番号	取り組み内容	説明
⑦	改善報告書の作成・工場内に掲示 (KOBE から出向のマネージャー 2 名による)	週一回作成、昼夜シフトに新しい改善事項の伝達、指導
8	養生水槽からストックヤードまでの管理の強化	職員による不具合発生の発見、改善
9	型枠剥離剤の塗布量調整	コンクリート表面の色むら改善
⑩	製品ストック用台木の表面養生	木汁が製品につかないようにする

表-2 の取り組みでは、特に (番号 7) の改善報告書が有効だった。この取り組みは資料作成義務を課す事により、常に新たな問題点を発見しようとする問題意識の向上や、なかなか改善されない問題解決に取り組むという技術者を育てることに役立っている。報告書は掲示板に掲載しているので昼夜の作業員や職員に毎週、新たな気づきや伝達事項を伝える事で、夜シフトにおける職員による品質管理を確実なものとしている。また (番号 10) の台木の養生も第一期よりもよいものを求められているので、厚手のプラスチック透明シートの上にクッション材を付けてセグメント表面に傷がつかないようにした。

3. 品質向上策と創意工夫の効果

ここでは重要または有効な 4 つの取り組みとその効果について述べる。

3.1 コンクリート新配合開発 (番号①)

第一期工事での製品品質の評価は非常に高かったが、第二期工事入札時には部材納期への対応のため脱枠時期の早期化が求められた。そこでボゾリス ソリューション株式会社との共同作業により約 2 年間で 10 種類の配合を試し、現在の配合に決定した。s/a の微調整、混和剤の 30 分間のスランプ保持と、より早期の強度発現を実現するための調整を行った結果、脱枠の基準である立方体試体強度 15MPa 以上を第一期は 12 時間養生が必要だったところ、新配合では 8 時間養生で実現した。その結果、型枠回転数が 1.1 回/日から 2.0 回/日に効率が改善した。(同じ寸法のセグメントで比較)

- ・第一期 型枠数 6 リングで 37.5 リング/6 日 (週)
- ・第二期 型枠数 4 リングで 40.0 リング/5 日 (週)

脱枠した製品は7日間、養生水槽で水中養生しなければならない。1週間当たりの養生水槽容量(厚み300mmの場合)は40リングである。4リング分の型枠で昼夜2回転、月曜日から金曜日の5日間で40リング製造、土曜日は昼シフトのみで、鉄筋組み立てと不足が生じたときには4リングまで打設できるようになった。養生水槽は詰れば44リングまで可能なので、現在の製造実績は週44リングである。

写真-1に打設前検査状況を示す。



写真-1 打設前検査状況

3.2 組織の補強, 改善報告書の作成・掲示(番号⑥⑦)

通常の WIKAKOBE の組織では筆者(ピーエス三菱からの出向日本人1名)の他, WIKABETON から9名, WIKAKOBE プロパーが29名であり, ほぼ WIKABETON のような工場であった。更なる品質向上要求に対して, KOBE の優れた品質基準と同等の水準を実現するために, KOBE から副製造マネージャーと副品質マネージャーを迎え, WIKAKOBE の若い職員と作業員の指導にあたらせた。マネージャーの内1名は日本で働いた経験があるので日本語が話せ, 日本の製造標準を理解しているので, 筆者の気づいた事や指導を細かくわかりやすく, 職員や作業員に指導してくれている。言葉だけの問題では無く日本で働いたことのあるインドネシア人が同胞を指導することで指導効果が高いようである。ところが, 製造の最初から筆者が細かいところまで指示をしていたのが悪いかわからないが, 筆者からの指示, 指摘待ちをする者が多く, 製造スピード, 品質の改善, 組織としての動きの悪さの克服が課題だった。そこで, 毎週金曜日に KOBE からの出向者2名を中心に1週間で気づいた事, 改善したことを報告書にまとめ, 工場内の掲示板に掲載することを義務づけた。最初は筆者が指示して写真を撮らせて, すぐに改善させて周知した。そして金曜日には報告書を皆に周知するという活動を3月から行っている。5月に入り品質, 製造ペースが現在の水準に到達した。昼と夜のシフトは2週間おきに交代しているので直接の指導は昼シフトに行い, 夜シフトへは掲示板にて知らせることで品質の確保を図っている。写真-2に改善報告書掲示状況を示す。



写真-2 改善報告書掲示状況

3.3 製品ストック用台木の表面養生(番号⑩)

表面の台木のあとを消したいとの要望に応えるために写真-3に示すような台木を厚手の透明プラスチックシートでラップして更にクッション材でシートが破れないようにしたものを使用している。今後, MRTJ の標準になる可能性がある。

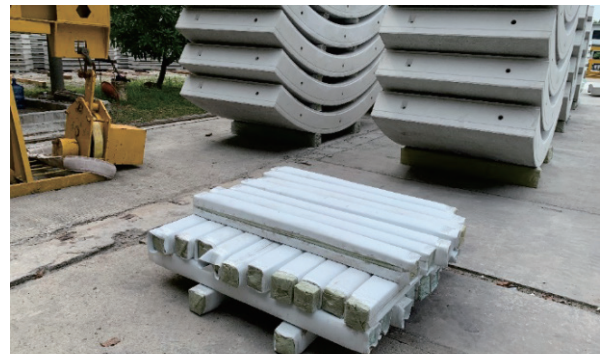


写真-3 製品ストック用台木の表面養生

4. まとめ

本稿を執筆している2021年6月現在, 製造は全2,643リングの内, 400を超えて500リングに到達する見込みである。この契約分の製造は2022年11月には完了する予定であるが, 当社の品質, 製造工程効率をインドネシア同業他社よりも圧倒的に高くすることで他の2工区での受注を確実にしていきたい。当社のトンネルセグメント製造技術はインドネシア内外でも評価されている。これからはピーエス三菱の海外展開に応じて他国に技術移転できるように, 資料の整備, 職員への教育を強化していきたい。

Key Words: ジャカルタ MRT, トンネルセグメント, 海外工場, 技術移転



九津見昌宏