

プラント設備の不具合対策集作成の報告

○里本 竜郎*1 伊藤 大輔*1 上野 和徳*1 砂田 栄治*1 寺下 良行*2

要旨：広島県生コンクリート工業組合では、生コン工場の製造設備維持管理技術の向上、設備担当者の教育に資することを目的に、組合員に対し設備の不具合事例と対策のアンケート調査を行った。アンケートでは 52 件の不具合が報告され、これを筆者らがプラントメーカーの協力を得て不具合対策集として取りまとめた。不具合の改善については独自の発想による事例も報告され、「同様の改善を施して効果があった」などの情報も寄せられた。

キーワード：アンケート調査、生コン製造設備、維持管理、不具合発生箇所

1. はじめに

広島県生コンクリート工業組合技術委員会では、2021年7月に全組合員工場（80工場）を対象に過去に経験した設備の不具合に関するアンケート調査を実施し、生コン製造設備の不具合対策集を取りまとめた。本対策集は組合員の経験に加え、プラントメーカーからアドバイスをいただいて作成した。不具合全体を見ると、設備の老朽化により想定外の箇所の鋼材腐食や破断による不具合が散見され、一般的な日常点検だけで不具合を未然に防ぐことの難しさを知ることになった。本報告では、得られた不具合の傾向分析を行うとともに、組合員から参考になったと評価を得た事例をいくつか紹介する。

2. 調査および取りまとめ方法

アンケート調査は、①不具合発生（工程）、②発生箇所（大枠）、③発生箇所（小枠）、④不具合概要、⑤発生状況（詳細）、⑥原因、⑦応急処置、⑧恒久対策の項目に記入してもらい、写真などがある場合には添付をお願いする方法とし、工組員工場にメールでの回答を依頼した。集まった回答は用語の統一や同様な事例は集約するなどの整理を行った後、生コンプラントメーカーに依頼して⑨アドバイスの記入をお願いした。

用語が違うケースでは生コン工場品質管理ガイドブック¹⁾が用いている用語に統一した。

3. アンケート調査結果および考察

アンケート調査の結果、52件の不具合が報告された。

図-1に示すとおり、不具合発生の工程を「材料受入・供給」、「計量・練混ぜ」、「放出・積込み」、「排水処理・その他」の4項目とした。全不具合発生件数52件のうち、「材料受入・供給」18件（34.6%）、「計量・練混ぜ」18件（34.6%）、「放出・積込み」7件（13.5%）、「排水処理・その他」9件（17.3%）であった。

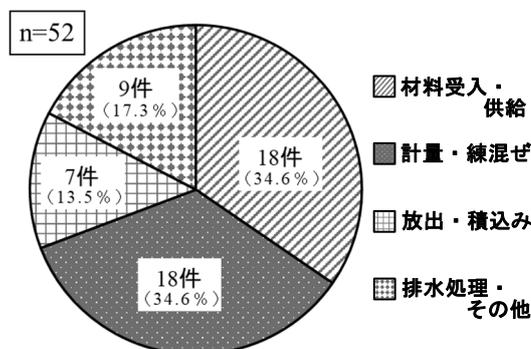


図-1 不具合発生（工程）

*1 広島県生コンクリート工業組合 技術委員会 品質技術部会

*2 広島地区生コンクリート協同組合 共同試験場

3. 1 不具合の傾向

(1)不具合発生箇所（大枠）

不具合発生箇所を大枠として、「セメント関係」、「骨材関係」、「混和剤関係」、「水処理関係」、「製造関係」の5項目に分類し、図-2の内枠に示す。全不具合発生件数52件のうち、「セメント関係」10件(19.2%)、「骨材関係」20件(38.5%)、「混和剤関係」2件(3.8%)、「水処理関係」7件(13.5%)、「製造関係」13件(25.0%)であった。

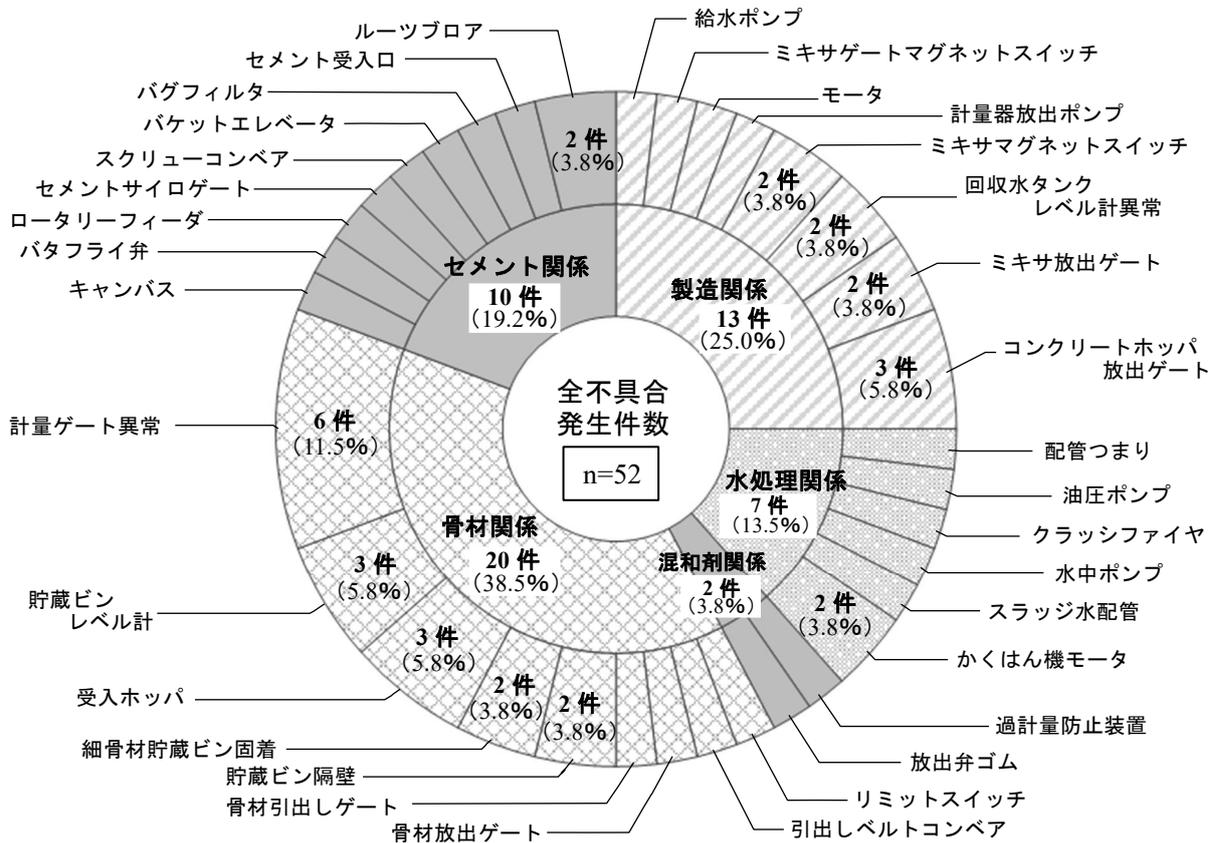


図-2 不具合発生箇所（大枠）（小枠）

(2)不具合発生箇所（小枠）

不具合発生箇所を小枠として34項目に分類し、図-2の外枠に示す。大枠で最も発生件数の多かった「骨材関係」の小枠では、発生件数が多い順に「計量ゲート異常」が6件(11.5%)、「貯蔵ビンレベル計」、「受入ホッパ」がそれぞれ3件(5.8%)、「細骨材貯蔵ビン固着」、「貯蔵ビン隔壁」がそれぞれ2件(3.8%)となった。なお、小枠では発生箇所は異なるものの「骨材引出しゲート」、「計量ゲート」および「骨材放出ゲート」「ミキサ放出ゲート」「コンクリートホッパ放出ゲート」などの場所でエアシリンダの動作不良という同様の不具合が報告された。また、「製造関係」の小枠では、「コンクリートホッパ放出ゲート」、「ミキサ放出ゲート」が併せて5件(9.6%)、「ミキサマグネットスイッチ」、「回収水タンクレベル計異常」がそれぞれ2件(3.8%)報告された。「骨材関係」「製造関係」ともに、使用頻度の高い設備で不具合が多く報告されており、これらについては定期点検や日常点検を確実にを行うことで防ぐことが可能と考えられる。

「セメント関係」や「水処理関係」の小枠は、様々な箇所で1~2件ずつ不具合が報告された。これら不具合には、定期点検などで設備の状況を詳細に把握し、メーカー等に専門的な判定を仰ぐことが必要なケースもあると考えられる。

(3) 不具合発生要因

不具合が発生する主な要因を、「設備の老朽化によるもの」、「日常のメンテナンス・掃除不足によるもの」、「設備の老朽化と日常のメンテナンス・掃除不足の両方によるもの」、「その他」の4項目に分類し、図-3に示す。全不具合発生件数52件のうち、「設備の老朽化によるもの」22件(42.3%)、「メンテナンス・掃除不足」15件(28.8%)、「老朽化およびメンテナンス・掃除不足の両方」8件(15.4%)、「その他」7件(13.5%)であった。なお、「その他」には、人為的なミスによるものおよび不具合状況を直ちに改善できたものなどを含めて集計している。

要因を「老朽化」としたものは、全不具合発生件数52件のうち22件(42.3%)と最も多かった。この「老朽化」について

では、エアシリンダ本体の故障や損耗が最も多く、エアシリンダとカットゲート接続部のピンの摩擦なども多く報告された。また、骨材貯蔵ビンのレベル計のセンサ部が経年使用により誤作動を起こした報告も多く見られた。

エアシリンダやマグネットスイッチなどの故障に対しては、予備品を備え、ある程度の不具合発生を許容する工場があると推察する。メーカーの新型操作盤では、エアシリンダやマグネットスイッチの作動回数を把握して交換時期を知らせるものがあるが、これを運用している工場は少ないようである。

不具合発生要因を「老朽化」としたものでも、Vベルトの緩みによるルーツブロアの能力低下を起こしていた報告があり、これらは、メンテナンスを適切に実施していれば避けられたと考えられる。このような状況から、不具合発生要因を一つに特定するのは困難である。

3. 2 設備や道具の用語

今回のアンケート調査により、設備や道具の用語が各社でバラバラであることもわかった。用語に違いがあったものを表-1に示す。使用する用語は生コン工場品質管理ガイドブック¹⁾に統一し、長音語尾は省略することとした。

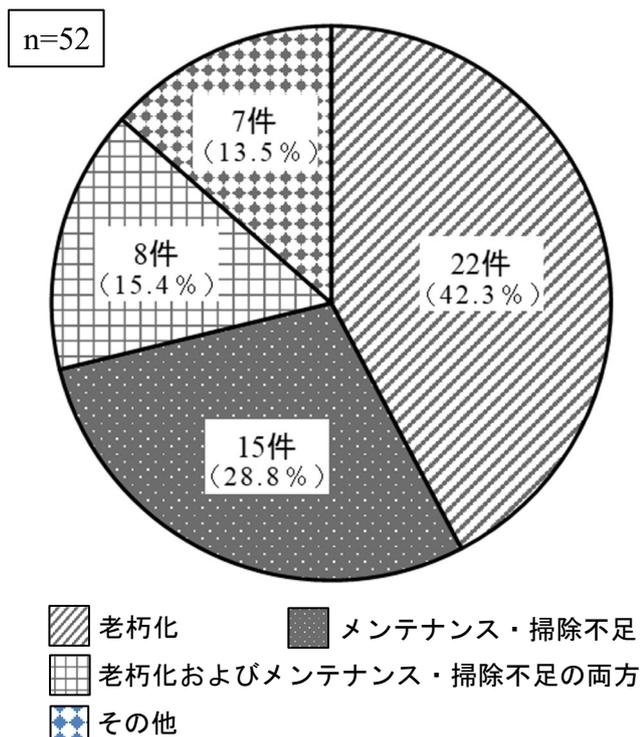


図-3 不具合発生要因

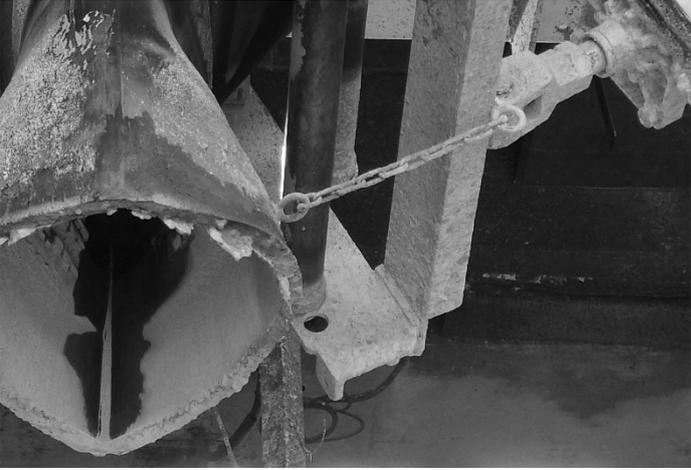
表-1 使用する用語の統一

アンケート結果	変更後	長音語尾の統一
ルーツブロワ	ルーツブロア	シリンダ, ダンパ, ライナ, プーリ, モータ, ミキサ, コントローラ, エア, ハンマ, メーカー, インバータ, インペラ, プレーカ, バイブレータ, センサ
バンド管	ベント管	
バッチングホッパ	コンクリートホッパ	

4. 事例紹介

組合員へ不具合対策集を報告した結果、参考になったと評価を得た事例をいくつか紹介する。

【事例①】

① 不具合発生(工程)	② 発生箇所(大枠)	③ 発生箇所(小枠)	④ 不 具 合 概 要
放出・積込み	製造関係	コンクリートホッパ 放出ゲート	積込みに時間がかかるようになった
⑤ 発生状況(詳細)	固練りコンクリートをトラックアジテータに積み込む際、ラバーゲートの開きが悪く積込みに時間を要するようになった		
⑥ 原 因	ラバーゲートが「閉」の形状に変形し開き不足		
⑦ 応 急 処 置	無い		
⑧ 恒 久 対 策	チェーンとアイボルトを用いてラバーゲートを強制的に開くように改良した		
⑨ アドバイス そ の 他	<ul style="list-style-type: none"> ■ 硬練りの場合はコンクリートホッパ内でもブリッジとなり落ちにくくなります。外部のパイプレータに加え、コンクリートホッパ内に棒状パイプレータを設置し、ラバーゲート付近を振動させることが可能です。 ■ ラバーゲートは在庫保管時も荷紐をほどき、円状になるように(変形しないように)保管してください。また、出荷終了後も極力「開」状態とし、ラバーゲートが変形しないようにすることが望ましいです。 		
	 <p>ラバーゲートが「閉」の状況</p>		
	 <p>ラバーゲートが「開」の状況</p>		
	<p>シリンダが縮む際に、アイボルトを取り付けたラバーゲートをチェーンで引っ張り強制的に円形に開く。</p>		

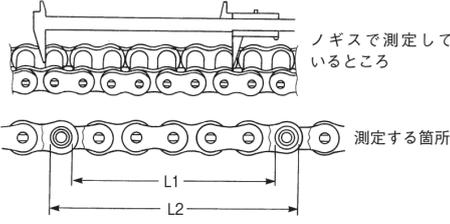
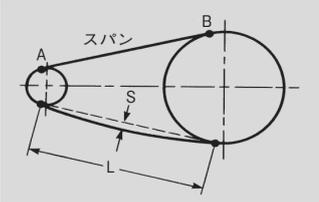
【事例②】

① 不具合発生 (工程)	② 発生箇所 (大枠)	③ 発生箇所 (小枠)	④ 不 具 合 概 要
材料受入・材料供給	セメント関係	ルーツプロア (RB)	セメントの供給時間がかかる
⑤ 発生状況 (詳細)	RBの能力が低下し貯蔵ビンへの供給に時間がかかるようになった		
⑥ 原 因	RBのVベルトが緩んでいた		
⑦ 応 急 処 置	Vベルトの張り具合を調整した		
⑧ 恒 久 対 策	新しいVベルトに交換した		
⑨ アドバイス そ の 他	<ul style="list-style-type: none"> ■ 駆動ベルトは定期的にテンションゲージ等で点検し、張り具合を調整します (超音波式ベルト張力計もある)。 ■ 交換の目安はベルト側面の磨耗で判断 (プリー溝の底に接触する前に) します。 ■ ベルトのスリップ音、ゴムの焦げたにおい等も出ることがあるので点検時に注意しましょう。 ■ ベルト交換時には必ず電源 (ブレーカ) を切り、交換し取り付けた後に電源復旧して調整を行ってください。 ■ 下に示す写真の「プリー磨耗確認ゲージ」「テンションゲージ」もあります。プリーの磨耗を確認するチャンスですので合わせて点検確認をお願いします。 ■ ベルトは数本掛けの場合があります。複数本掛けの場合は、均一に伸びることはありません。交換する場合は同時に全て交換してください (伸びている1本だけ交換ではなく、同時に交換)。 ■ ベルトの劣化は伸びだけでなく、亀裂も発生します。特に内側がささくれている場合もありますので目視確認も定期的 to 実施してください。 		
	 <p>プリー磨耗確認ゲージ</p>	 <p>テンションゲージ</p>	

【事例③】

① 不具合発生 (工程)	② 発生箇所 (大枠)	③ 発生箇所 (小枠)	④ 不 具 合 概 要
計量・練混ぜ	製造設備	ミキサマグネットスイッチ	ミキサの停止ができない
⑤ 発生状況 (詳細)	操作盤でミキサを停止しても止まらない		
⑥ 原 因	マグネットスイッチが焼け付き繋がった状態になっている		
⑦ 応 急 処 置	無い		
⑧ 恒 久 対 策	マグネットスイッチを交換した		
⑨ アドバイス そ の 他	<ul style="list-style-type: none"> ■ 日本電気工業会 (JEMA) では、マグネットスイッチの更新推奨時期を使用開始後、通常使用で10年と記載してあるものもありますが、使用頻度や使用環境により変化します。ミキサ・ベルコン・プロア等止められない機器は定期的 (1回/年程度) に接点部の状態を確認ください。 ■ マグネットスイッチでの溶着が発生した場合、ブレーカを「切」にしてミキサを停止する必要があります。 ■ モーターが2台ある場合は同時に2つのブレーカを「切」にする必要があります。 ■ 溶着したマグネットスイッチのみ交換するのではなく、モーターが2台の場合はスターマグネットは2つありますので両方交換することを推奨します。 ■ デルタマグネットスイッチも定期的 to 確認してください。 		

【事例④】

① 不具合発生 (工程)	② 発生箇所 (大枠)	③ 発生箇所 (小枠)	④ 不 具 合 概 要										
排水処理・その他	水処理関係	骨材回収装置	クラッシュファイヤ分級機が停止した										
⑤ 発生状況 (詳細)	クラッシュファイヤ分級機の動作不良による装置の停止												
⑥ 原 因	分級機の駆動チェーンが緩んで外れていた												
⑦ 応 急 処 置	無い												
⑧ 恒 久 対 策	チェーン調整												
⑨ アドバイス そ の 他	<p>■ 異音がある場合はスプロケットと一緒にチェーン交換をお勧めします。²⁾</p> <p>■ 伸び量の測定方法と交換時期</p> <p>(1) 伸び量の測定方法</p>  <p>ノギスで測定しているところ</p> <p>測定する箇所</p> <p>● チェーンをある程度ひっぱってL1、L2を測定します。 ● 測定誤差を少なくするため6～10リンク程度で測定して下さい。 ● チェーンの伸びの計算は次のとおりです。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $\text{チェーン長さ} = \frac{L1 + L2}{2}$ $\text{基準長さ} = \text{ピッチ} \times \text{測定リンク数}$ $\text{伸び (\%)} = \frac{\text{チェーン長さ} - \text{基準長さ}}{\text{基準長さ}} \times 100$ </div> <p>● チェーンの寿命は同じ種類、同じ寸法のチェーンであってもその使用される環境条件とスプロケットの歯数、給油の状態、その他種々の条件で大きな差が生じます。</p> <p>(2) 交換時期</p> <p>チェーンの伸びによる交換時期の目安は次のとおりです。</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>大スプロケット歯数</th> <th>伸び (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>60以下</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>61～80</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>81～100</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>101以上</td> <td>0.8</td> </tr> </tbody> </table> <p>● この値はテークアップ可能な場合、またはテンショナー、<input type="checkbox"/>イドラー等がある場合です。 ● 軸間距離固定の場合は0.5～0.7%を目安に下さい。 ● チェーンの交換時期にはスプロケットを点検して下さい。 ● 摩耗したスプロケットをそのまま使用した場合、チェーンに悪影響をあたえトラブルが発生する恐れがあります。</p> <p>■ 適正たるみ量</p> <p>たるみ量SはスパンLに対して以下の値が適正です。軸間距離を調節して下さい。</p> $S = 0.02L$ <p>次の場合にはたるみS ≤ 0.01Lとして下さい。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 垂直に近い配置 ● 上側がたるみ側となる場合 ● 軸間距離がピッチの50倍を超える場合 ● 振動または衝撃がかかる場合 ● 起動停止を頻繁に行う場合 ● 正転逆転を繰り返す場合 ● 変速比が7：1以上の場合 <p>軸間距離はピッチの30～50倍が適当とされています。</p> 			大スプロケット歯数	伸び (%)	60以下	1.5	61～80	1.2	81～100	1.0	101以上	0.8
	大スプロケット歯数	伸び (%)											
60以下	1.5												
61～80	1.2												
81～100	1.0												
101以上	0.8												

5. おわりに

本取組みによって、設備の老朽化に対する部品交換や設備更新時期の判断の難しさを知ることになった。また、プラントメーカーからいただいたアドバイスで、エアシリンダやマグネットスイッチなどの耐久年数を適切に把握し、予備品を常備しておくことで、迅速な対応が可能となることもわかった。本報告が生コン工場の製造設備維持管理技術向上の一助になれば幸いである。

謝辞：プラント設備の不具合対策集を作成するにあたり、株式会社北川鉄工所、光洋機械産業株式会社、日工株式会社の方々および、広島地区生コンクリート協同組合 共同試験場 城國省二様には適切なアドバイスを頂きました。ここに記して謝意を表します。

参考文献：

- 1) 全国生コンクリート工業組合連合会：生コン工場品質管理ガイドブック， 2019年10月（第6次改訂版）
- 2) 加賀工業株式会社：「ローラチェーンの取扱い、保守」， http://kcm.co.jp/chinese/pdf/09_Maintenance.pdf