

テーマ：自動車車体スポット溶接用6軸直交型ロボット改造設計

(改造設計期間：1年5ヶ月)

今ではサーボガンが当たり前になっていますが、古くは本件のようなエアガンでした。

1987年ごろ、自動車用鋼板が軟鋼から亜鉛メッキ鋼板へ切り替えられた

亜鉛メッキ鋼板は軟鋼より表面が柔らかくつぶれ易い、接触面積増大

電流密度が低く、発熱密度が低い

スポット溶接(抵抗溶接)用ガンの電流容量を大きくしなければならない

トランスを抱いたガンが大型化し重量が増える

スポット溶接用ロボットの可搬重量、剛性を大きくしなければならない

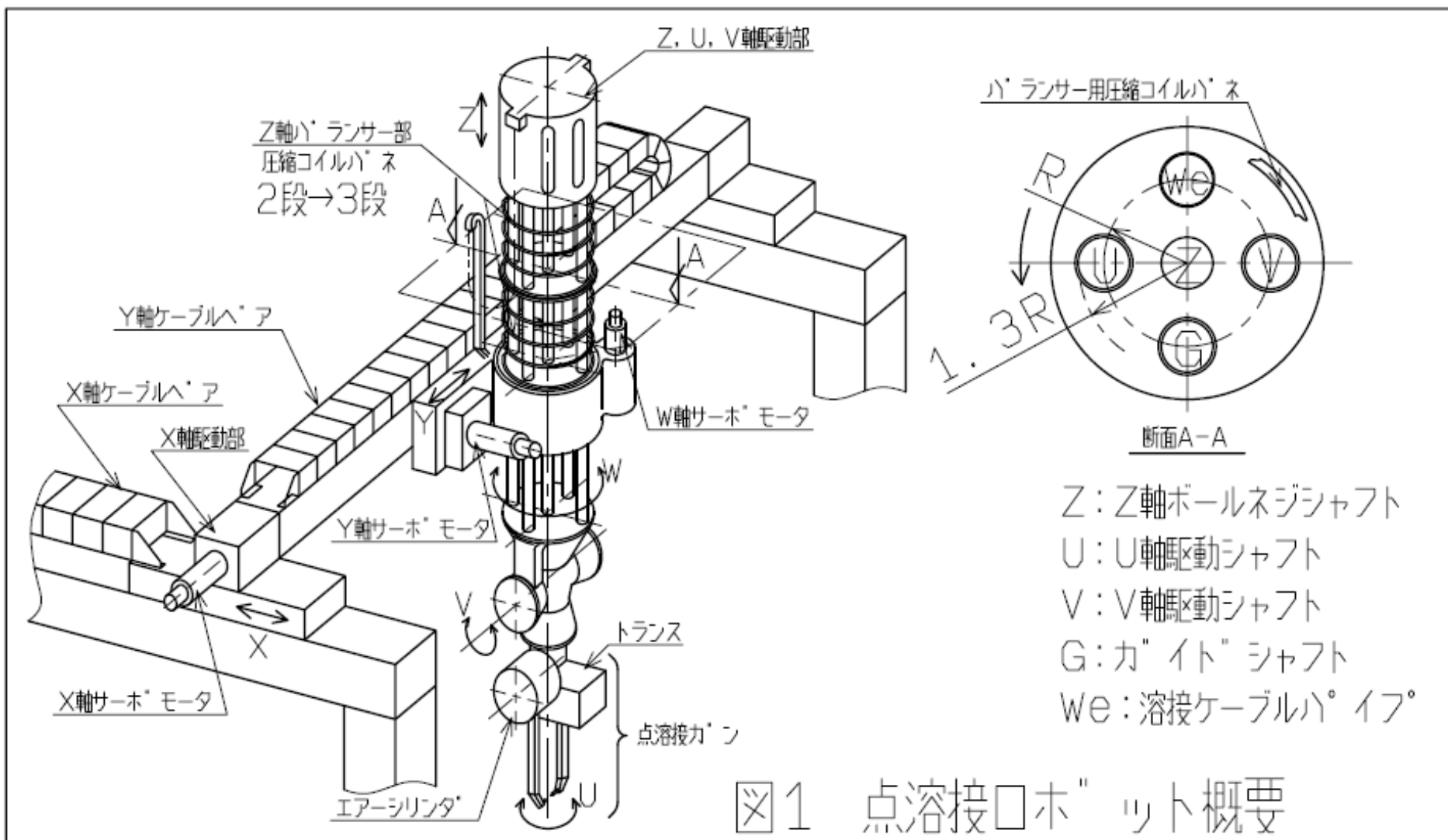
概要

改造設計実行

失敗：原因は立石の経験不足

当初の仕様を満たすべく再設計

再設計の過程で窮余の一策ではあるが人の真似ではない自分だけの方策を提案できた。



課題	解決戦略と具体的手段	問題点
1) ガン重量40kg→80kgへ倍増	従来機自重に対しX軸モータートルクにかなり余裕があるため軽量化図らず。	1) X軸駆動部減速機 破損、加減速時間過多。
2) 打点位置精度ズレ±1mm以内	ガン支持Z軸主軸周り剛性向上のため支持シャフト類4本のピッチを従来比3割向上。「踏ん張り」を大きくし剛性向上を狙う。	2) Z軸ジャミング発生 にてサーボダウン。

およそ産業用ロボットとして成り立たない！
 とんでもないミス！

問題点の原因	対策
1) X軸駆動部 ハーモニックドライブがモータ最大トルクに耐え切れなかった。 可動部全自重は従来機のほぼ2倍の570 kg。 機械効率 $\eta = 0.58$ 加速時間 $t_a = 0.45$ 秒 失敗の主因は打点位置精度ズレ抑制のための剛性向上に注力するがあまり各軸重量増大を低く見積もり過ぎたことであった。	1) X軸駆動部の設計変更 <ul style="list-style-type: none"> ・全自重の軽量化は設計量過大で方策無し。 ・減速、駆動部効率向上にて廃棄動力の回収 ハーモニックドライブ中止 ⇒ 3段平ギア減速 機械効率 $\eta = 0.92$ (34%の効率向上) 加速時間 $t_a = 0.37$ 秒 (当初仕様0.30秒)
2) Z軸自重過多によるモータへのオーバートルク	2) Z軸バネバランサー部の設計変更

実行した技術的提案 : Z軸圧縮コイルバネを2段→3段にできないか？

このようにできれば被害(設計変更範囲)が最小限になる。

圧縮コイルバネの変数は線径、外径、全長、巻数、バネ定数、せん断力、座屈の7個。

数十回手計算するも適合しない！パラメータが3個くらいだとOK？

プログラミングによる繰返演算を案出。中身は簡潔で7個の拘束条件を設け、考えられる変数を最小から最大値まで細動させた。ベーシックプログラムで200行程度。

技術的成果: 自分の手計算に取って代わり数十万回の繰返演算を経て最適な数値が2、3個見つかった。限られた範囲内で最適な対処方法を見つけ出すために計算機の繰返演算機能を機械設計に応用したことが技術的成果であると考え。

それを基に圧縮コイルバネを2段から3段重ねに設計変更することに成功した。

経験豊富な諸先輩方には無い手法と認められた。(技術管理者からしつこく回避策手法の説明を求められた。)

プログラム作成時に解の有無が明瞭でなかったが、あたかも網を絞り込んでゆく形で最適解を得ることができた。これがその後の早い対処を可能にした。本ロボットは良好な設計ミス克服が成されたものと全社的に認められ、130台を出荷する結果となり国内、米国、カナダの製造ライン6箇所にてその役割を果たした。

製造コスト: 17億円程度(130台製造) 耐用年数は税法上7年

(耐久テストは一旦2000時間で消耗部材交換後、もう2000時間、合計4000時間実施。問題なし)

注意)改造設計という表題ですが、改造前のロボットの図面は改造後のロボットの図面として使用できる図面は一枚も無く、改造前と後では似て非なるものとなりました。(本ロボット改造設計は失敗を窮余の一策で克服し、それまで以上に技術力を高めた好例。)