

ひずみゲージのルーツを探る

中栄 周三(元 国鉄・鉄道技術研究所)

ルーツはどこ

わが国でひずみゲージが誕生してからもう60年、今や電話一本で手にする事ができ、必要な測定器はレンタルすればすぐ届けられるほどの普及ぶり、いまさらルーツ……かもしれません。

私は1948年に国鉄鉄道技術研究所・客貨車研究室に転属してきました。この研究室が日本のひずみゲージのルーツの一つだったのです。開発者は中村和雄主任研究員でした。

私は丁度そこに飛び込んで来たことになります。中村さんの指導を受け、ひずみゲージや計測器など手作りしたことがありました。

もう一つのルーツは、船舶試験所、今の運輸技術研究所であります。中村さんとほぼ同時期に石山一郎さん・小林韓二さんが開発されてその技術が造船業界に浸透して行きました。

私が中村さんの指導で手作りしたひずみゲージは図1のように和紙の上に抵抗線を格子状に貼り付ける手法で、ワイヤストレンゲージあるいはペーパーゲージと呼んでいました。

それまで存在しなかったこの測定法は国鉄部内の車両、施設関係、さらに部外から測定や技術指導の依頼が沢山ありました。鉄道車両業界に測定技術を根付かせるのにも一役買いました。1952年頃から抵抗線は抵抗箔に変り図2現在のフォイルゲージに進化しました。製法も印刷の写真製版技術が使われるなど少し手作りの域をこえています。

開発の動機とスタート

中村さんは1946年に中島飛行機の設計部門から鉄研に

入所されました。

1988年現共和電業で「ひずみゲージ誕生50年記念座談会」が開催されました。その席で世界的なひずみゲージの歴史や中村さん自身の開発動機などを語られています。

共和技報No366, No370の座談会記録から一部を要約して紹介します。

中村和雄氏談

当時国鉄は電車による高速新幹線建設を目指していました。実現には車両の軽量化が必須となっていました。私は本社へ呼ばれてばね下重量軽減を実現するために輪軸軽量化の研究を要請されました。私は輪状のタイヤを加熱膨張させて室温の輪心に嵌込んで作られていた車輪を、タイヤと輪心を一体にした丈夫で軽い車輪の開発を目指し、同研究室の中村宏さんが中空車軸の開発を担当しました。

可能な限り軽量化するには走行中車輪に加わる力や発生する応力を知らなければ始まらないので、ひずみゲージ、回転する車輪のひずみを取り出すのに不可欠なスリップリングの開発を始めました。

当時終戦の混乱が尾を引き、情報収集は極めて困難な環境でした。文献や材料の入手に四苦八苦しながらも1948年にはどうやらベークライトシートのベークライトゲージを完成しました。1949年にはペーパーゲージができました。

当初自分達が研究に使うひずみゲージは自作していましたが、他研究室さらに所外からも使いたいと言う声が出始めました。

私は計測器メーカーさんにノウハウをお教えるから是非企業化して欲しいとお願いして回りましたが皆さんに断

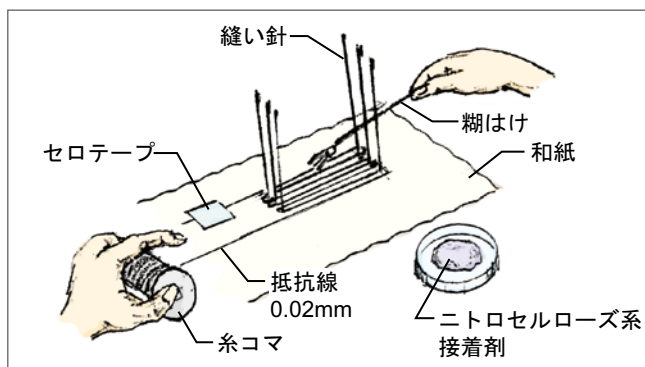


図1 抵抗線式ペーパーゲージ手作り

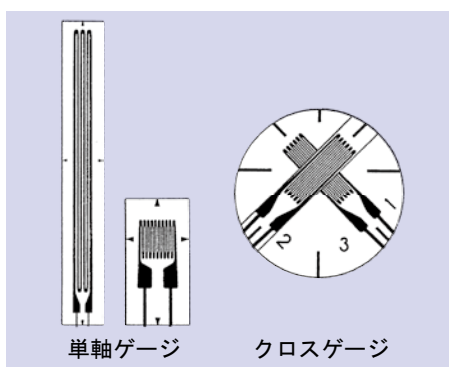


図2 現在のフォイルゲージ

られました。

仕方なく浜松町にありました鉄道技術研究所の片隅で夏休みや春休みの女子大生にアルバイトでゲージを作ってもらっていました。

応力測定法の開発にはさらに静・動ひずみ測定器、記録器など材料力学屋の私にとっての難問が次々と待ち構えていました。

ひずみゲージがもたらしたもの

今振り返って見るとこのひずみゲージによる応力測定法や応用が今なお栄光に輝き、鉄道技術にもたらしたものが大きく、しかもそのルーツの一つが鉄道技術研究所であったことを思い起してこの一文を寄稿しました。

私はひずみゲージがもたらしたものとしてつぎの三つを挙げたいと思います。

その一

鉄道車両の車体の強度設計は材料力学的な計算と、それまでの実績や経験に基づく、いわゆる類似設計時代があったと思っています。

ひずみゲージの登場は負荷を探ったり、それに近い荷重を加えて各部の応力が手に取れるようになりました。

その結果車両強度の安全と予防整備の実を上げることができ、さらに「吉峰式側構強度計算法」開発に発展し数値計算を援用した車体設計の道が開けました。

測定法がまだ普及していない頃、私達が測定して強度を確認した車両は国鉄をはじめ私鉄、輸出車両にまでおよびました。車種別の概数は次のとおりであります。

国鉄客車・電車(在・新) 19種

国鉄貨車・気動車・電気機関車 72種

私鉄電車 13種、輸出車両 4種

その二

1963年、東海道線の鶴見で起きた脱線多重衝突事故はその重大さと再発防止のために研究所挙げて実験・研究が実施されました。

成果として「脱線に関する安全基準」が確立しました。

応力測定法の応用としての輪重・横圧測定法がこの研究の主要な測定手段になったことはもちろんであります、結果として新形式車のテスト、速度向上可否のテスト、建設された新線の走行安全テストにおいて数値で安全を評価する重要な技術になりました。

その三

自連力と呼ばれる連結器に働く引張・圧縮力が測定でき

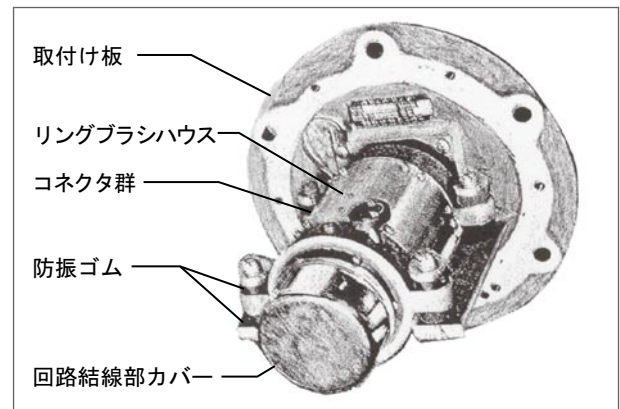


図3 開発当初のスリップリング



図4 輪重・横圧測定ひずみゲージ貼付け

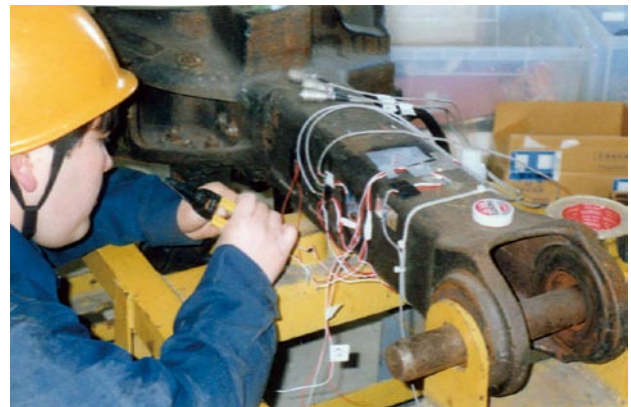


図5 自連力測定ひずみゲージ貼付け

るようになりました。圧縮力で走行中に個々の車両が上下・左右に異常にはみ出す列車座屈現象が解明され座屈を起こさない限界自連力を予測する新しい評価法が生まれて鉄道車両の走行安全は著しく向上しました。

地球温暖化対策としての鉄道回帰、またその安全確保の声に、質量・容積ともに極めて小さいひずみゲージの一段高い利用を望むものであります。