

自転車走行中に発生した前輪 大変形による転倒事故事例について

背景

- 自転車の前輪が大きく変形する転倒事故が、過去から散発的に発生している。
- 事故を起こした自転車の前輪は「くの字」に変形し、スポークが大きく曲がっている。
- 過去の検証より、前輪変形の要因には、スポーク張力のアンバランス、異物巻き込み、外部からの衝撃負荷、等が考えられている。
- しかし、実際の事故状況が前項の状況に合致しないことがあり、明確な原因の特定には至っていない。



事故品正面

事故状況

- 舗装された下り坂を走行中、使用者がハンドルにぐらつきを感じ、ブレーキを掛けたが転倒した。
- 事故後、自転車の前輪が大きく変形していた。
- 事故発生時、自転車が障害物にぶつかったり、衝突したりしたことはない。



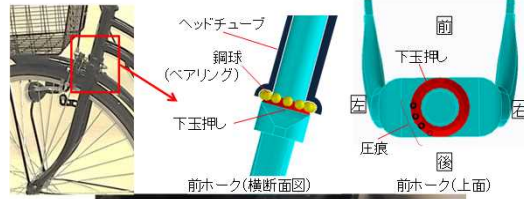
① 「前輪の変形状況」



- 前輪の下側が「くの字」に変形していた。
- 前輪のスポークは、破断していないが、大きく変形していた。
- リムの接合部が開口し、リムを接合している金属ピンが曲がって露出していた。

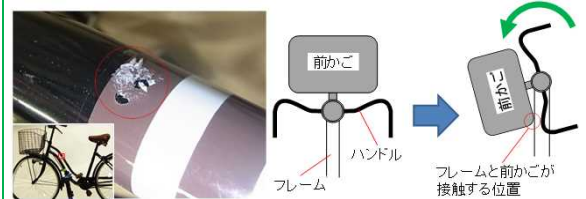
過去の前輪大変形事故の特徴と一致

② 「下玉押しの圧痕」



車輪右側面から衝撃が加えられた痕跡。前輪の変形が、スポーク張力のアンバランスや部品の強度不足等の製品要因でない可能性を示唆している。

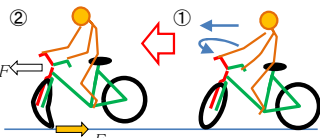
③ 「フレーム左側面の傷」



- フレームパイプ左側面に傷が認められた。
- 傷の位置から、障害物等との接触は考えにくく、右側面の同じ位置に傷は認められなかった。
- ハンドルを左にきり続けると、前かごとフレームが接触する位置に一致した。

ハンドルが、左に勢いをつけて大きくきられたと推定される。

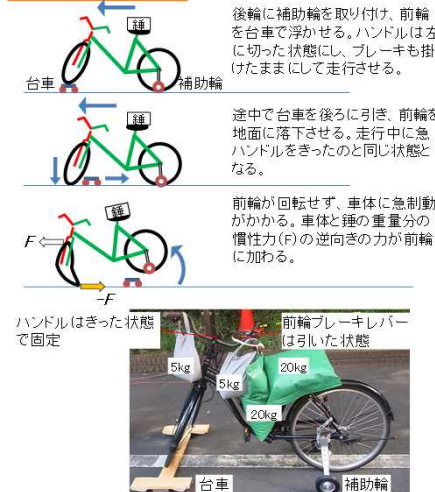
仮説



走行中にぐらつきを感じ、ハンドルが急速に左に切れる。⇒前かごと本体フレームにぶつかる。
前輪が回転せず、車体に急制動がかかる。車体と乗員の重量分の慣性力(F)が生じ、同じ大きさの力が前輪タイヤの接地点から前輪左側面に向けて作用する。⇒衝撃により、前輪が左方向に曲がり、下玉押しに圧痕がつく。

「障害物との接触はなかった」という事故状況に合致する。

検証方法



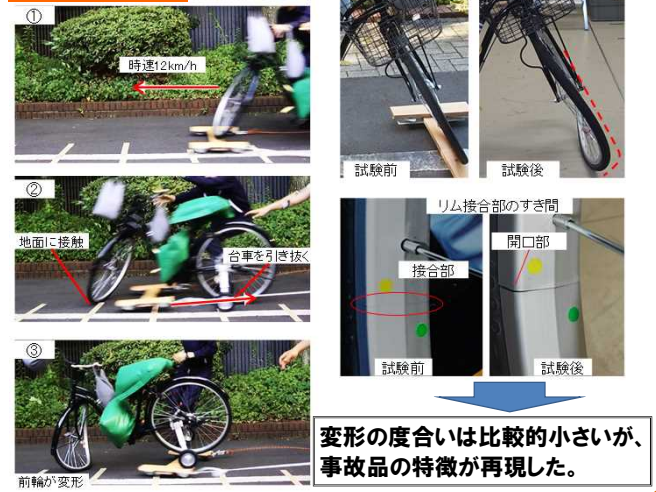
後輪に補助輪を取り付け、前輪を台車で浮かせる。ハンドルは左に切った状態にし、ブレーキも掛けたままにして走行させる。

途中で台車を後ろに引き、前輪を地面に落下させる。走行中に急ハンドルをきったのと同じ状態となる。

前輪が回転せず、車体に急制動がかかる。車体と乗員の重量分の慣性力(F)の逆方向の力が前輪に加わる。



検証結果



変形の度合いは比較的小さいが、事故品の特徴が再現した。

まとめ

当初の事故状況イメージ

走行中に前輪が変形してぐらつき、大変形する。
大変形した前輪が前ホークに接触して急制動がかかる。

調査から推定される事故状況

ハンドルがぐらついた後、前輪が横向きになって急制動がかかる。
横向きになった前輪に慣性力がかかり、大変形する。

本件の前輪大変形は、急制動による二次的なものであり、急制動を引き起こした原因ではなかったと推定される。

今後の課題

- 車輪の変形には、「くの字」以外にも「8の字」変形があり、後輪が変形するケースもある。今回のメカニズムで全ての変形事象を説明できるわけではない。
- 今回の変形メカニズムは事故品でしか検証できていない。一般化するには、他の機種による検証が必要。
- 変形が大きくならない場合もあることから、大変形につながる要因(速度、リム接合部の位置、自転車の体勢、等)を検証する必要がある。