

土木技術

Vol.75 No.8

Civil Engineering

社会と土木を結ぶ総合雑誌

for Life

特集

自転車と土木



自転車レースの最高峰
Tour de France
【特別対談】

2020

人類の大発明：自転車が紡ぐ世界へ

自転車条例による
損害保険加入義務化の動向

8

ペダル接触回避型縁石

—ペダループ：自転車通行空間の
安全確保に貢献する縁石の開発—



いのうえ りょうすけ
井上 了介*

キーワード：縁石，ペダル，自転車通行空間，安全対策

はじめに

近年における、リーズナブルで環境負荷が低く、健康的な交通手段である自転車のニーズの高まりから、2017年5月「自転車活用推進法」が施行された。これをうけ、国土交通省では2018年6月「自転車活用推進計画」が策定され、自転車の活用に向けた法的な根拠が整備されつつある。

【自転車の活用の推進に関する目標】

- ・自転車交通の役割拡大による良好な都市環境の形成
- ・サイクリススポーツの振興等による活力ある健康長寿社会の実現
- ・サイクルツーリズムの推進による観光立国の実現
- ・自転車事故のない安全で安心な社会の実現
自転車活用推進計画より抜粋

一方で、交通事故全体に占める自転車関連事故、特に歩行者と自転車の接触事故は年々増加している。

そのため、道路交通安全の対策として、警察庁より「良好な自転車交通秩序の実現のための総合対策の推進について（2011年10月）」の通達を発出、「自転車は車両」であるとの

【自転車安全利用五則】

- ・自転車は車両、車道通行が原則
- ・車道の左側端を通行
- ・歩道は歩行者優先、車道寄りを徐行
- ・安全ルールを守る
- ・子供はヘルメットを着用

基本的な考えを基に、自転車の安全な通行に向けた施策を実施中である。

また、道路インフラの対策として、自転車活用推進計画に先だち、「安全で快適な自転車利用環境創出ガイドライン（2012年11月）国土交通省・警察庁」、「自転車利用環境整備のためのキーポイント（2013年6月）公益社団法人 日本道路協会」などのガイドライン・指針類に基づき、自転車道や、車道の歩車道境界側に整備される自転車レーンなどの自転車通行空間の整備がこれまで以上に進められている。

東京都とコンクリート二次製品メーカーの（株）イトーヨーギョーは、共同で自転車利用者の更なる安全性の向上と車道走行時の事故リスク低減のため、自転車の安全・安心な車道通行を目的とした「ペダル接触回避型縁石」を開発し、2016年に都道において試験施工を実施した。

*株式会社 イトーヨーギョー 技術開発部

この「ペダル接触回避型縁石」に(株)イトーヨーギョーの既存製品である縁石一体型水路ブロック「ライン導水ブロックF型」を組み合わせることで、自転車走行機能に対する相乗効果を狙った、より安全性の高い「ペダルーブ」(図-1)が完成した。現在、広島県内の自治体で採用されている。



図-1 ペダルーブ

1. ペダル接触回避型縁石の開発

1.1 開発の経緯

片側1車線道路の自転車レーン整備(ブルーペイント)などにおいて、右折車線を設置する交差点部分(図-2)では自転車レーンの幅員が一般部より狭くなる。自転車レーンの明示もブルーペイントではなく、車両混在が可能なナビマーク(矢羽根)になり(写真-1)、ブルーペイントなどと比較すると視覚的に認識しにくくなる可能性がある。このような状況において、自転車と自動車とが並走して通行すると、右折車線とそこに滞留する自動車の存在により、自動車が自転車レーン側へ幅寄せする可能性がある。その結果、



図-2 交差点部



写真-1 ペイント→矢羽根

自転車は、歩道側に必要以上に近寄っての走行を強制され、ペダルが歩車道境界に設置された縁石に接触して転倒するなどの事故に繋がる懸念と、これに対する自転車運転自身の恐怖心により、車道通行の原則が守られないという問題が発生している。

この問題を解決するため、2015年に、縁石断面の一部を延長方向に切り欠き、自転車のペダルが接触しても容易に転倒せず、また自転車の走行空間を物理的・視覚的に拡大できる構造をもつ縁石のコンセプト(図-3)が、東京都により発案され、(株)イトーヨーギョーと共同で詳細形状の検討を開始した。



図-3 ペダル接触回避型縁石コンセプト

1.2 形状検討で留意したこと

詳細形状を検討するにあたっては、次に挙げる要件に留意した。

- ① 一般的な自転車のペダルが接触しにくい構造であること。

- ② 自転車が意思に反して容易に歩道側に乗り入れないこと。
- ③ 車両逸脱防止機能が喪失しないこと。
- ④ 従来の規格基準類から大きく逸脱しないこと。
- ⑤ 車両混在が認められる道路で使用すること。
- ⑥ 従来の縁石と連続的に使用できること。

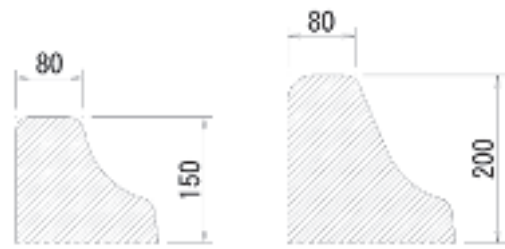


図-4 ペダル接触回避型縁石の形状

1.3 形状の決定過程

①～⑥の留意すべき要件を満たす形状は、次のような検討過程を経て決定した。

まず、①の要件を満たすため、一般的なシティサイクルのペダル高さを計測した結果、縁石高さが100mm以下であればペダルは接触しないことがわかった。しかし縁石の高さを100mm以下とすると、②、③の要件を満たさなくなる。また④として、縁石には排水機能と視覚障害者の観点から5cm以上の段差が必要（歩道の一般的構造に関する基準（案）：国土交通省）であり、途中に5cmの段差を設けたL型の断面とした。

次に、ペダル衝突時の衝撃緩和のため、切り欠き部の断面形状を直線、階段、曲線など様々な形状を検討し、試作実験の結果から曲面形状を採用した。

さらに、対象とする自転車・自動車が混在する交差点に使用される従来型の縁石は（⑤および⑥の要件）、歩車境界ブロックA型（縁石天端と車道の段差が15cm）、同B型（同20cm）であるため、この従来型の断面形状に自然な形で連結できる構造とした。

尚、ペダル接触回避型縁石の天端幅は、自転車運転者が信号待ちをする際、縁石に足を載せることが多いことから、靴の幅を考慮し8cm以上とすることとした。

以上の検討結果、図-4のような縁石断面の決定から、ペダルが接触しにくく、かつ接触しても転倒しにくいという特長をもった形状が誕生、東京都と(株)イトーヨーギョーとの共同で特許出願をおこなった。

2. 東京都での試行

2.1 試作品の採用

2016年3月、東京都小金井市内の一般都道府中小金井線（247号）東大通りで、ペダル接触回避型縁石が試行設置された。延長は交差点の手前30m。使用する縁石についてはもともと自転車レーン対策として採用予定であった街きよの排水部（エプロン部）を省略することができる水路一体型縁石「ライン導水ブロック」（図-5）の縁石部分を「ペダル接触回避型縁石」の形状に改造したものを使用した。



図-5 ライン導水ブロック

2.2 現場施工と交通管理者による視察

現場施工は、2016年2月に開始され、3月に完了した。その後、2016年8月に交通管理者による視察（写真-2）が実施され、「自転車利用者の安全性向上に資する構造である」との評価をいただいている。



写真-2 交通管理者による効果検証

3. 大学機関による実走試験

2017年、東京電機大学にて、ペダル接触回避型緑石の効果を検証する実験がおこなわれた。

実験は、通常緑石（従来型）とペダル配慮緑石（ペダル接触回避型緑石）を全長30mの模擬自転車通行空間に並べ、複数の被験者の運転で、同一条件のもと複数回走行し、自転車のビデオカメラと画像処理による走行軌跡の解析と、被験者に対するアンケートによる意識調査をおこない、緑石形状の違いと走行特性との関係の考察をおこなうものであった（写真-3, 図-6・7）。



写真-3 実験状況

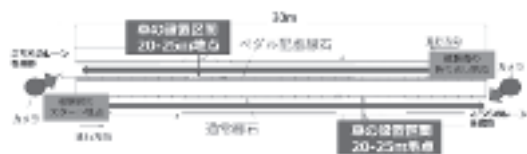


図-6 実験施設

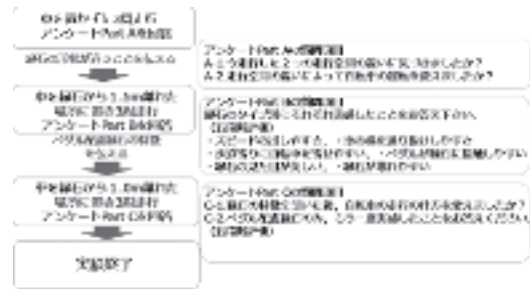


図-7 実験フロー

本実験の結果、次のことが判明した。

- ・アンケート結果より、多くの被験者は走行中に緑石を意識していないが、形状、特徴、機能を知ると意識面で良い影響が出る。
- ・走行実験結果より、車が近接時に、被験者が、ペダルが当たらないと感じて寄りやすい（図-8）。

【走行軌跡の結果】車の設置地点より25m区間における緑石からの距離

緑石種類	通常緑石			ペダル配慮緑石		
	車両位置	1.5m	1.0m	車両位置	1.5m	1.0m
平均	44.67cm	44.22cm	39.74cm	46.02cm	43.77cm	34.97cm



図-8 走行実験結果

以上より、ペダル配慮型緑石（ペダル接触回避型緑石）の有効性は次のように確認された。

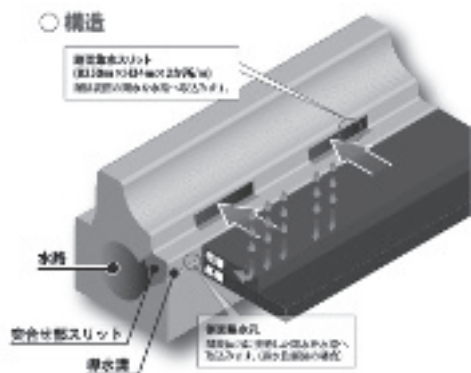
- ・「ペダルが接触しにくい形状の緑石」の機能性を認知することで、自転車利用者は安心感を抱き、また走行位置などに変化が生じる。
- ・ペダル接触回避型緑石は、自転車利用者の心理面、走行面の両方から有効。

これらの結果は、論文「道路緑石の形状と機能に関する認知が自転車利用者の意識と走行挙動に及ぼす影響に関する分析(宮内弘太, 高田和幸, 屋井鉄雄)」としてまとめられ、2018年8月、第38回交通工学研究発表会において発表されている。

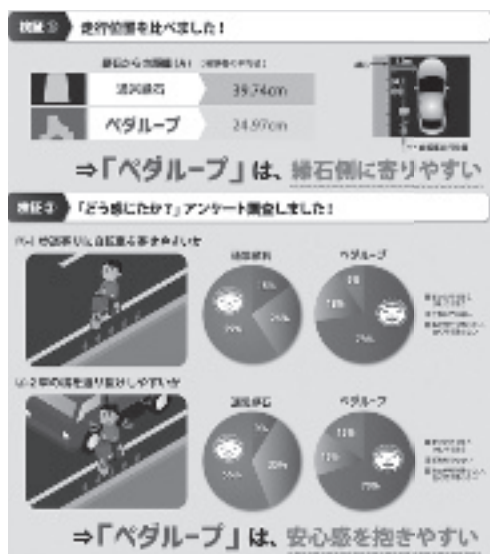
4. 実製品への適用

4.1 縁石一体型水路ブロック「ライン導水ブロック」への展開

都道での整備実績、交通管理者からの評価および東京電機大学での試験結果を受け、実製品への水平展開を図ることとなった。実製品については、エプロン部をなくすことができることとの相乗効果を目指し、前出の縁石一体型水路ブロック「ライン導水ブロック」の縁石部分の形状を「ペダル接触回避型」とすることとし、この「ライン導水ブロック＋ペダル接触回避型縁石」の製品名を「ペダーループ」と命名した（図－9・10）。



図－9 ペダーループの構造



図－10 ペダーループの効果

4.2 ペダーループによる安全性の向上

ペダーループは次のような効果が期待できる。

① エプロン（街きよの排水用の傾斜部）が狭いことによる、自転車走行時の不安定感の解消

車道の勾配は1.5～2%であるが、一般的な街きよエプロンには6%の勾配がある。自転車走行空間のうち1/3～1/2をエプロンが占めていることがあり、自転車がふらつく原因になっている。子供や大量の買い物を載せた重量のある自転車や、幼児・高齢者が運転する自転車が、この勾配変化や、車道（アスファルト）とエプロン（コンクリート）の段差などで不安定に感じることが多い。ペダーループのエプロン幅は5cmと一般的な街きよエプロンと比較して極めて狭いことから、本製品を採用した自転車走行空間は全て車道と同じ勾配、材質で整備することができる。

② 集水桝のグレーチングが車道に出ないことによる、自転車転倒事故の抑制

一般的な街きよの場合、20mに1か所程度に雨水を集水するための集水桝が設置され、上部に網目状のグレーチングでふたがされている。しかし、最近のロードバイクなどは一般の自転車よりタイヤが細く、グレーチングや桝との隙間にタイヤが挟まりやすいため、転倒する事故の可能性がある。ペダーループは集水スリットが自転車走行空間外に連続して開口しているため、集水のためのグレーチングを設ける必要がなく、自転車の転倒原因を減らすことができる。

これらの効果と、ペダル接触回避型縁石の形状が持つ自転車走行空間の拡幅効果との相乗効果により、自転車が安心して走行する空間をシームレスに創出でき、自転車運転者の車道走行に対する不安感を大きく低減することができる。結果として自転車の歩道走行を減少させ、自転車・歩行者との事故抑制に貢献できると考えている。

4.3 ペダループの品種

ペダループには、縁石の形状によりA型(15cm)、B型(20cm)の2タイプがある。また、それぞれの高さの従来型の縁石と接続するための接続ブロック、車道乗り入れ部に使用する変換ブロックが存在する(図-11)。

いずれの製品もバイコン製法※で製造されており、高強度で耐久性が高く、製造性に優れている。

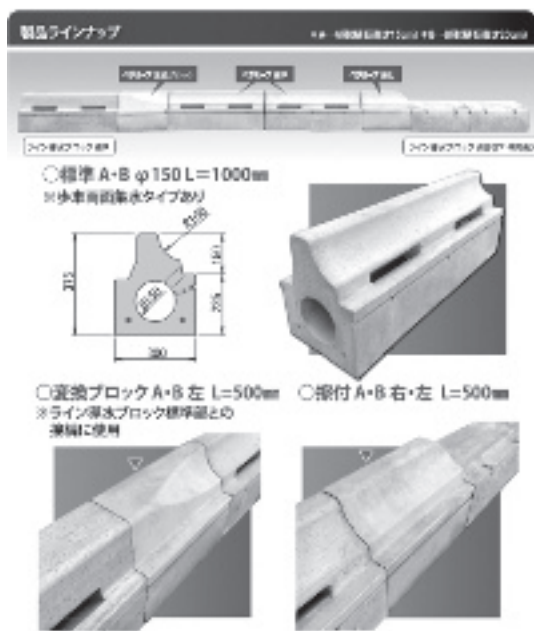


図-11 ペダループのラインナップ

4.4 現場での施工

2019年10月、広島県福山市内の市道の交通安全対策の一環としてペダループが初めて採用された。現場は写真-4のような状況となっており、自転車走行空間の確保に貢献している様子がわかる。

2020年1月には、広島市内の県道(一般県道南観音観音線)での施工が開始された(2020年4月現在施工中)。現場は地元高校生が通学に利用する道路で、自転車道利用促進のため、自転車道の両サイドに設置されるものである(写真-5)。



写真-4 福山市内設置箇所

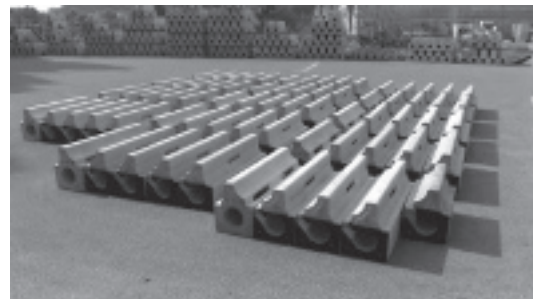


写真-5 工場内出荷待ち製品

5. 更なる安全性の向上

ペダル接触回避型縁石およびペダループは、交差点付近など自転車走行空間が狭い個所の安全対策として開発された。ペダル接触防止機能は、既存の街きよブロックを交換するだけで導入可能なことから、通常の道路幅員でも自転車走行空間の拡大を目的として適用可能である。今後は、ペダル接触回避型縁石の設置箇所やガードレールなどとの組み合わせにより、安全性の高いレイアウトについて提案していきたい。

おわりに

自転車は、本来車道通行が基本であるにも関わらず、自転車走行空間が明確にならなかったこと、ドライバーのマナーなど、物理的・心理的要因から、車道に出ることが難しかった。最近ようやく自転車が車道に描か

れた「ブルーライン」「矢羽根」上を通行する姿が増加したように感じるが、いわゆる「ママチャリ」などの低速な自転車はいまだに歩道を走行していることが多い。

ペダル接触回避型緑石やペダルの普及により、これら低速な自転車を含むすべての自転車が、安心して車道を通行できる環境整備の一助になることを期待したい。

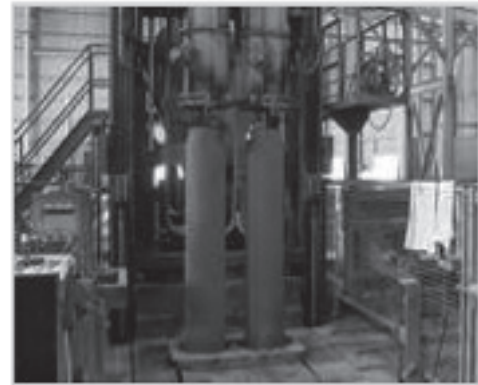
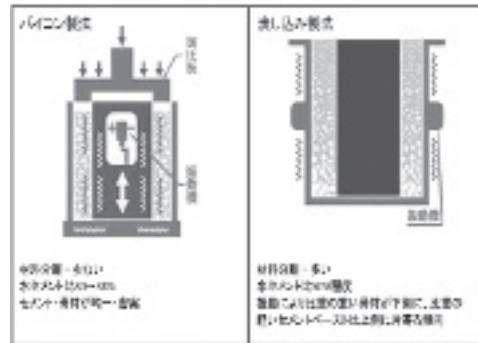
最後に、製品開発にあたり、発明(案)者であり多くの助言・示唆を与えていただいた、東京都職員の皆様、本製品の特長をご理解いただき、長期にわたる走行実験の実施と、論文執筆をしていただいた、屋井先生、高田先生、宮内様、東京電機大学の当時学生だった皆様、開発に携わったすべての皆様に厚く御礼申し上げます。

引用・参考文献

- ・道路緑石の形状と機能に関する認知が自転車利用者の意識と走行挙動に及ぼす影響に関する分析(宮内弘太, 高田和幸, 屋井鉄雄)
- ・けんせつ局報2016年9月～事務所通信～ 自転車対応型街きょブロックを試行設置しました(東京都建設局北多摩南部建設事務所)

※バイコン製法

可能な限り骨材容積が大きくなるよう粒度調整された骨材と、低い水セメント比(W/C=30%~38%)に配合されたコンクリートを、振動(バイブレーション)と圧縮(コンプレッション)の作用により締め固め、成形直後に型枠から取り出して(即時脱型)できるコンクリート製品の製法をいう。強度・耐久性に優れ、短期間に大量生産ができるという特長を持つ。



土木技術者のための プロフェッショナルの姿勢と視点

著者：常田 賢一

【本書の概要】

本書は、大きく変化する社会的状況に置かれている若手・中堅の土木技術者、学生の皆さんなどが、土木あるいは自らの使命を認識し、将来の進む方向を考える際の参考になることを意図しています。本書は二部構成であり、第Ⅰ部は「土木のプロフェッショナルとしての姿勢」として、土木分野の実情・特徴・意義、土木技術者の倫理などに関して、土木のプロフェッショナルとして必要な11の姿勢を、第Ⅱ部は「土木技術者としての多面的な視点」として、災害から学ぶ、発想の転換、技術のルーツを知る、今後の課題など、土木技術者として業務を実施する際に必要な9の視点を提起しています。さらに、計画・設計などの業務における留意点、既往の知見などの資料を付属しています。全237ページですが、図表・写真はカラーとし、読みやすく、興味を持って頂けるように編集しています。土木技術者の皆さんは、将来の如何なる状況においても、プロフェッショナル、専門家としてのプライドをもって臨み、国民の付託に応えるとともに、自らの生き甲斐に繋げることが最良ですが、本書がその一助になれば幸いです。

定価(本体2000円+税)



購入方法(直販・直送):(一財)土木研究センター <http://www.pwrc.or.jp/>