鉄球を用いたプレキャスト防護柵の衝突安全性確認試験

株式会社　奥村組　　正会員　○川口　昇平
同上　　正会員　　石井　敏之
同上　　正会員　　中村　方紀
同上　　正会員　　三澤　孝史
石川島建材工業（株）　　中山壮一郎

１．目的

高速道路等のインフラは老朽化が進んでおり、更新時期を迎える構造物が増えている。老朽化は一様ではなく、高欄など劣化が進みやすい箇所の部分的な更新技術が求められている。これらを背景に部分的な更新が可能なプレキャスト型の剛性防護柵(以下、PCa 高欄)の開発を進めている。本稿は、PCa 高欄の衝突安全性（逸脱防止性能)を確認する目的で行った車両の衝突荷重を模擬した鉄球による衝突試験の結果について報告する。

２．試験概要

2.1　試験体の概要

既設の防護柵は現場打ちで床版と一体で製作されている場合が多い。そのため、防護柵を更新するには、既設防護柵を撤去し、設置面を整正した後、PCa 高欄はあと施工アンカーで固定して取替える必要がある。そこで、試験体も同様に模擬床版(f'_{ck} =21N/mm ^{2})に、ケミカルアンカー(M20,打込長=170 mm，前段 4 本，後段 3 本)で固定し、隙間(約 25mm)を無収縮モルタルで充填して設置した。2 段のアンカーのうち、前段アンカーは定着金具により床版へ力を伝達し、後段アンカーは前段アンカーの補助と背面からの風荷重に抵抗する役割をもつ。PCa 高欄は車両衝突時の床版への影響を低減するため、定着金具と地覆部の塑性変形により衝突のエネルギーを吸収させる構造となっている。製作した試験体は、我が国で適用例が多い直壁型とフロリダ型の 2 種類とした。図-1, 2 に試験体の形状を、表-1 に設計強度と固定条件を示す。

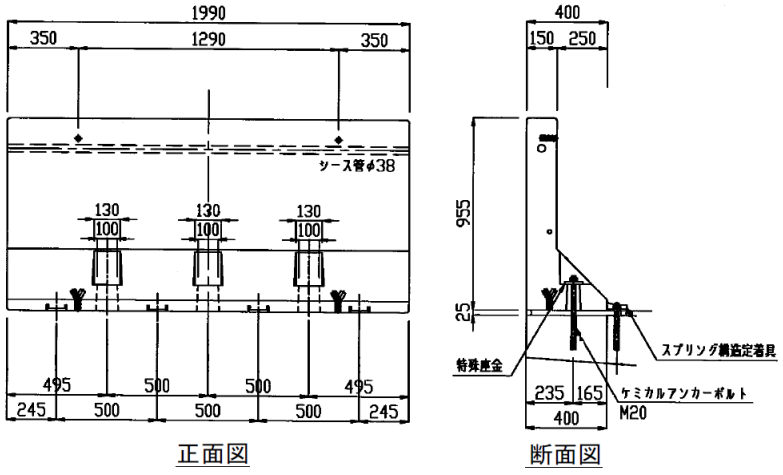

図-1　直壁型 PCa 高欄の形状

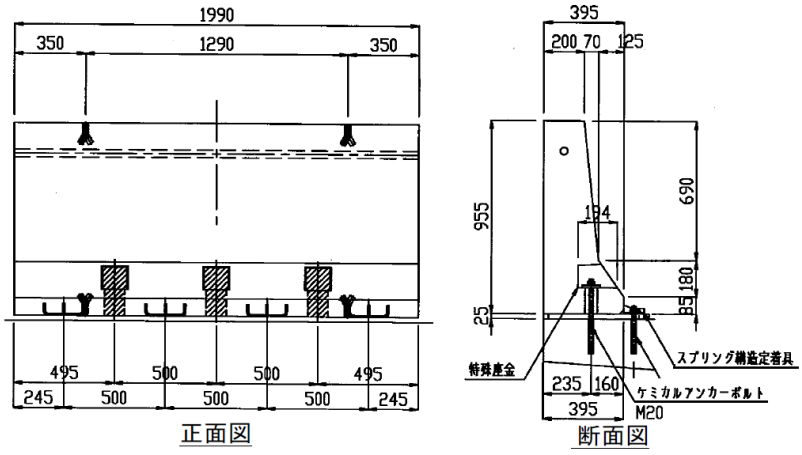

図-2　フロリダ型 PCa 高欄の形状

2.2　衝突試験の概要

車両の衝突荷重を想定して、鉄球(重量 1.8t)を使用した振り子式自由落下による衝突試験を行った(図-3 参照)。鉄球が高欄に衝

表-1　試験体の構造条件

形状	設計強度および固定条件
直壁型	普通コンクリートf'$_{ck}$=30N/mm^2,M20アンカー(打込長さL=170mm)
フロリダ型	普通コンクリートf'$_{ck}$=30N/mm^2,M20アンカー(打込長さL=170mm)
模擬床板	普通コンクリートf'$_{ck}$=21N/mm^2

キーワード　更新技術，剛性防護柵，プレキャスト，衝突試験，鉄球
連絡先　　〒300-2612　茨城県つくば市大砂 387　（株）奥村組 技術研究所　TEL029-865-1521

突する際に、衝突位置への応力集中による局所破壊を避けるため、衝突位置(H=750 ㎜)にH型鋼(H150 ㎜)と緩衝ゴム板(t=50㎜)を設置した。鉄球はクレーンで吊り上げ、吊り上げ高hは0.05、0.1、1.0mで行った。なお、試験体の降伏荷重および最大耐力は静的載荷試験により求めた。

写真-1　衝突試験状況(h=0.1m)

３．安全性評価方法

車両用防護柵の種別は強度（衝撃度）で分類[1)]されており、さらに前面形状の違いにより衝突荷重が設定されている[2)]。本PCa高欄はSB種を想定しており、直壁型とフロリダ型に必要な衝突荷重は72kNと58kNである[2)]。鉄球吊り上げ高は0.05mのケースがSB種の衝突荷重に相当する。試験結果との比較から、車両の逸脱防止性能を検証した。

４．試験結果

静的載荷試験の結果から、直壁型とフロリダ型の最大耐力はそれぞれ158kNと194kNであり、想定した衝突荷重の2倍以上の耐力があった。衝突試験の結果を表-3に示す。鉄球の衝突荷重は、H型鋼にひずみゲージを添付し、事前に求めた荷重-ひずみ曲線を元に算出した。衝突試験の結果から、吊り上げ高0.05m、0.1mではアンカー、鉄筋等の主要部材の降伏や大きな変形はなく、SB種相当の衝突荷重に対して、十分な耐力を有していた。吊り上げ高1.0mでは、前段アンカーと地覆部鉄筋、定着金具の一部に降伏が発生したが、直壁型で252kN、フロリダ型で263kNの最大荷重を示した。鉄球の衝突により、直壁型、フロリダ型ともに最大耐力を超える荷重が発生したため、地覆部に想定した大きなひび割れが発生した（写真1参照）。直壁型は壁にも亀裂が発生したが、フロリダ型はひび割れが発生しておらず、ともに背面へのコンクリート片の飛散はなかった。

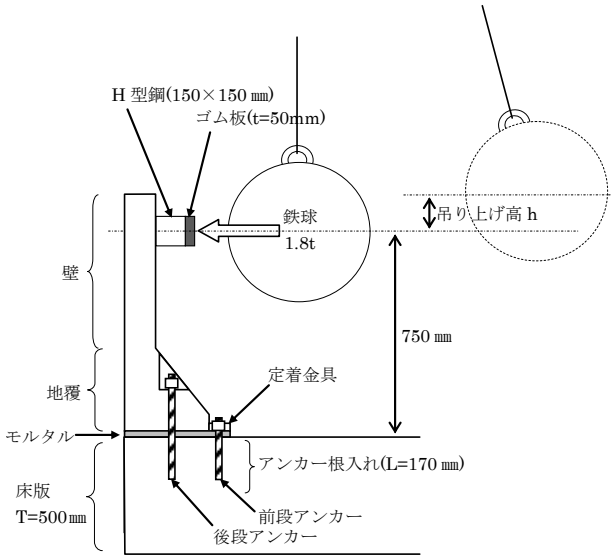

図-3　PC高欄の構造と衝突試験の構成

表-3　衝突試験結果

試験体	静的載荷試験の最大耐力	鉄球衝突最大荷重 吊り上げ高さ		
		0.05m	0.1m	1.0m
直壁型	158kN	74kN	111kN	252kN
フロリダ型	192kN	69kN	105kN	263kN

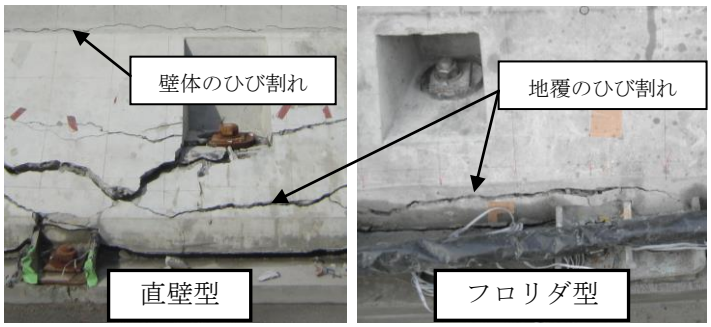

写真-2　ひび割れ発生状況

５．まとめ

直壁型とフロリダ型の2種類のプレキャスト型剛性防護柵の鉄球衝突試験を実施し、SB種相当の衝突荷重に対して2倍以上の耐力を有しており、逸脱防止性能があることが確認できた。試験体のひび割れ、鋼材の降伏は地覆部に集中しており、計画通り地覆部が塑性変形することにより、鉄球のエネルギーを吸収し、衝突による壁体への損傷を緩和したと考えられる。

参考文献

１）社団法人日本道路協会編：防護柵の設置基準・同解説　P13，平成20年1月
２）社団法人日本道路協会編：車両用防護柵標準仕様・同解説　P112，平成16年3月