

I - 527

PC 落石覆工の合理的な耐衝撃設計法確立のための大型実験計画

北海道 PC 防災技術協会 正 員 森 哲 哉
 開発局 開発土木研究所 正 員 佐 藤 昌 志
 室 蘭 工 業 大 学 正 員 岸 徳 光

1. はじめに

落石覆工構造物において、PC 製覆工は RC 製覆工とともによく用いられる構造形式の一つである。将来の人手不足および工期短縮等、または交通止めが不可能な建設地の現場条件等の問題から、工事のプレハブ化が余儀なくされる場合には PC 製覆工の需要がより一層多くなるものと考えられる。一方、PC 製覆工の設計は昭和 58 年度版落石対策便覧に則して衝撃荷重および荷重分散幅を決定し、これを単一桁に静的に載荷させて行っている。しかしながら、これまで落石対策便覧の妥当性に関する検討を含め、耐衝撃性に優れた PC 製覆工を建設するための実規模レベルの実証的な実験的研究は少ないようである。このような現状から、北海道開発局開発土木研究所、室蘭工業大学、北海道 PC 防災技術協会の三者は実規模 PC 製覆工を 5 連製作し、平成 6、7 年度の 2 年間に渡る各種実証実験を計画し、一部実施している。本文では、これらの実証的な実験研究の概要について紹介することとする。本実証実験の主たる目的は次のような 3 項目である。

- 1) 敷砂単層あるいは三層緩衝構造を緩衝材として用いた場合の発生衝撃力およびその分散特性、各桁の荷重分担率の把握、各緩衝構造の適用性に関する検討
- 2) 逆 L 型構造（1 剛接 2 ヒンジ構造）と門型構造（1 剛接 2 固定構造）、頂版の横締めの有・無等の各構造形式に対する PC 覆工の衝撃荷重載荷時の弾性、弾塑性特性の把握
- 3) 梁部材の衝撃耐力の把握、および 2) の各構造形式の保有耐力特性の把握である。

以下にこれらの実験計画の概要について述べる。

2. 実大 PC 模型桁の製作

2.1 設計概要

上部工構造は、表-1に示すような落石条件に対し、現行の落石対策便覧に基づいて算定された設計衝撃力に対して設計されている。従って荷重の分布幅は半開角 45° とし、 $B = 180 \text{ cm}$ としている。断面設計は逆 L 型構造を基本構造とし、門型構造にも対処できるように PC 鋼材の配置を工夫している。

2.2 主桁の断面設計

主桁、柱材は工場製品であるプレキャスト PC 部材を現場で組み立てるプレハブ形式とする。図-1に模型桁の全体概念図を示している。柱材は逆 L 型、門型構造のいずれにも対処できるように従来のような変断面形とせず、単純な等断面矩形状とした。各構造系に対する曲げモーメント分布の概略は図-2のように示される。最大曲げモーメントが逆 L 型構造の場合には 256.5 tfm となっていることより、主桁の断面はコンクリート強度 $f'_{ck} = 600 \text{ kgf/cm}^2$ とし、頂版幅 149 cm 、頂版厚 20 cm 、桁高 110 cm 、桁幅 50 cm の単純 T 型断面として設計した。主桁の鋼材配置は図-3に示すように、桁端部では上縁の $M_{\min}$ に対応できるように①断面のような配置とし、支間中央部では $M_{\max}$ に対応させて④断面の配

表-1 落石条件および設計衝撃荷重

落石荷重	$W = 1 \text{ tf}$
落下高さ	$H = 30 \text{ m}$ （自由落下）
緩衝材	敷厚 $h = 90 \text{ cm}$ の敷砂単層
設計衝撃力	$P \approx 119.2 \text{ tf}$
荷重分散幅	$B = 180 \text{ cm}$
桁の分散率	$\alpha \approx 1.0$

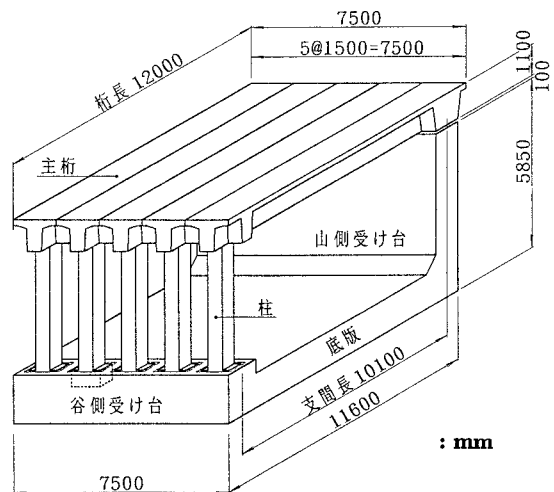


図-1 模型桁の全体概念図

置とした。また、山側支点近傍部断面に関しては門型構造とした場合の M_{min} に対応できるように⑦断面のような配置としている。プレストレスは基本的に SWPR7B T-15.2 を用い有効引張力を 13.07 tf/本とし、プレテンション方式によって導入している。

3. 実験方法および測定項目、測定方法

実験は重量 3 tf または 5 tf の鋼製重錘（直径 100 cm、高さ 97 cm で底部 17.5 cm が球状）をトレーラクレーンによって所定の高さ（最大 30 m）まで吊り上げ、自由落下させることによって行っている。測定項目は、①重錘の衝突時減速加速度、②頂版上、あるいは山側壁部背面に伝達される衝撃応力、③桁、柱断面内の軸方向歪成分、および④主桁下端の変位成分である。①の重錘衝撃加速度は歪ゲージ式加速度計（周波数特性 5 kHz、容量 500 G、半導体型）4 ch を用いて測定している。②の伝達応力測定には、衝撃応力測

定用ロードセル（周波数特性 600 Hz、容量 100 kgf/cm²）を 30 ch、④の応答変位測定にはレーザー式変位計（周波数特性 700 Hz、ストローク 80 mm）10 ch を用いている。また、③の歪測定は各断面の曲げモーメントと軸力を評価するために、断面の上下端組立筋に添付した歪ゲージを用いて行っている。本研究では応答周波数の高い重錘加速度、伝達衝撃応力波形に関しては、周波数特性が 50 kHz 以上の直流増幅器を、断面内の鉄筋の歪波形用には周波数特性が 10 kHz の動歪測定器を使用している。増幅された各応答波形は一括してデータレコーダ（周波数特性 40 kHz 以上）に記録している。

4. 実験の年度計画（予定）

まえがきに述べている各種実験を効率的に実行するために以下に示すような実施計画を作成した。平成 6 年度は横締めを行い、敷砂および三層緩衝構造を緩衝材として用いた場合の逆 L 型構造形式に対する弾性挙動実験を行った。平成 7 年度は逆 L 型構造形式に対して、①横締めを解放した場合の 2 種類の緩衝構造を設置した場合の弾性挙動実験を行う。②再度横締めを行い、緩衝材として敷砂を用い桁下縁にひびわれが発生する程度の衝撃荷重が載荷した場合について弾塑性状態における各桁の荷重分担率や曲げモーメント分布等の性状を明らかにする。③横締めを解放して単体の L 型構造形式の PC 覆工に対して緩衝材として敷砂を用い、載荷点部が終局状態に至る程度の衝撃荷重を載荷させ、終局時の応力再分配等について検討を行う。なお、三層緩衝構造を用いた場合の PC 覆工の弾塑性挙動に関しては、三層緩衝構造の緩衝性能および分散性能が優れていることより、現有の落下能力（重錘重量が最大 5 tf、落下高さが最大 40 m）では、所用の弾塑性挙動実験が不可能であると判断し実験を行わないこととした。④③の実験によって塑性状態に至った部分を新しい部材に取り替えて門型構造形式とし、逆 L 型構造形式の場合と同様の実験を行う。これらの実験を効率よく推進し、最終的には PC 製落石覆工に適した緩衝構造や、より耐衝撃性に優れた構造型式を提案したいと考えている。

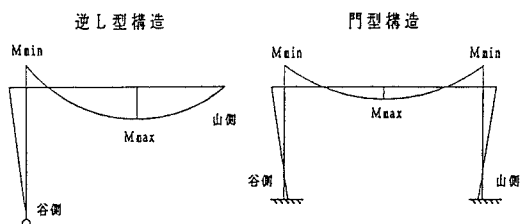


図-2 曲げモーメント図

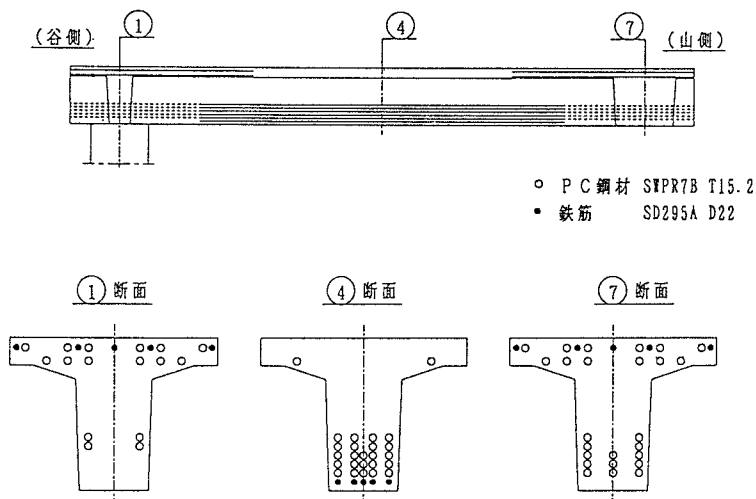


図-3 主梁の鋼材配置位置の概念図