

エネルギー吸収性能を向上した2重梁形式橋桁防護工の開発

鉄道総合技術研究所 正会員 ○八幡太一 斉藤雅充 小林裕介

1. はじめに

橋桁防護工は、梁の塑性変形によって自動車の運動エネルギーを吸収することで、自動車が橋桁に衝突するのを防ぐ設備である。筆者らは、近年の自動車の大型化等に対応して既設防護工のエネルギー吸収量を増加させるため、図1に示すような、既設の構造に梁を付加する2重梁形式を提案したり、一方、橋桁防護工の梁では、衝突時の衝撃力（図2(a)）や梁の軸方向拘束による抵抗力の増加（図2(b)）によって、想定より大きな力が柱に働くことがわかっており²⁾、2重梁形式の付加梁においても同様な力の増加が発生すると考えられる。既設の構造では、柱に働く力が柱や基礎の耐力を超えると当該部位の損傷や防護工の倒壊につながるおそれがあるが、これらの部材の補強は困難であり、柱に働く力を柱、基礎の耐力以下に抑える必要がある。

本研究では、エネルギー吸収性能の向上として、柱に働く力を抑えながらエネルギー吸収量を増加させることが可能な2重梁形式の橋桁防護工を開発することを目的に、柱に働く力を抑える構造ディテールとして付加梁の断面や支持条件を提案し、試作模型によりエネルギー吸収性能の向上効果を検証した。

2. 柱に働く力を抑える構造ディテールの提案

2重梁形式において柱に働く力を抑えるためには、1.において述べた衝撃力、付加梁の抵抗力の増加に対応する必要がある。

前者の衝撃力は、発生を抑えるのが難しいため、付加梁を主梁に対して小さな断面とすることで、衝撃力を含む力が小さくなるようにした。ここでは、主梁の3/4の断面係数を持つ付加梁とした。

後者の付加梁の抵抗力の増加を抑えるためには、付加梁の軸方向拘束を解放する必要がある。軸方向拘束を解放できる条件を見出すため、付加梁の支持条件を変化させた非線形静的FEM解析を行った。解析モデル

（図3）は、文献2)の従来構造に接続梁と付加梁を追加したものとし、すべての梁を剛結したケースと、接続梁の先端、基部をピン結合したケースとした。解析の結果、「基部ピン」では、抵抗力が減少していき、400～500mmの変位では抵抗力がほぼ失われる状態となった（図4）。これは、接続梁が倒れ込んで付加梁の変形に追随することにより、軸拘束が解放されたことによる（図5）。以上のことから、接続梁の基部をピン結合させることとした。

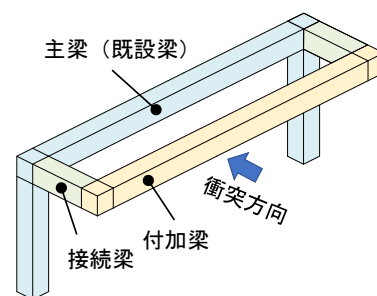
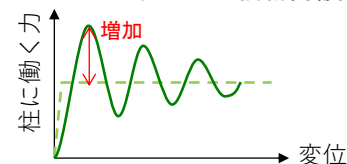
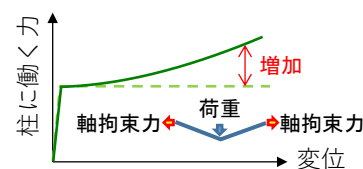


図1 2重梁形式の橋桁防護工



(a) 衝撃力による力の増加



(b) 梁の抵抗力の増加

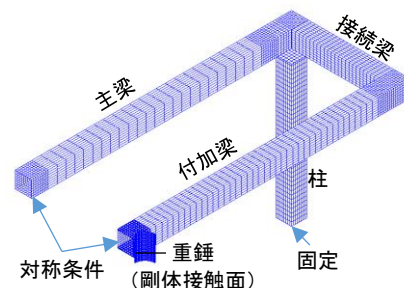
図2 橋桁防護工の柱に働く力の増加要因²⁾

図3 FEMモデル

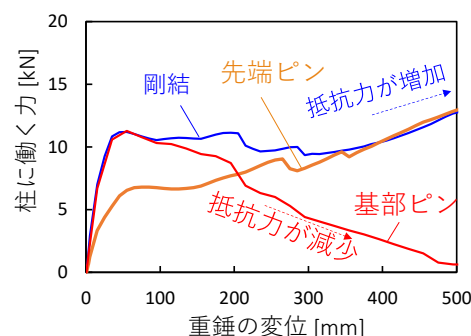


図4 付加梁の荷重変位関係

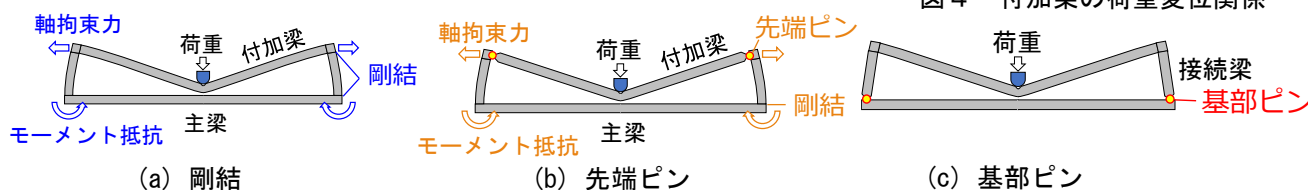


図5 接続梁の支持条件と付加梁の拘束の関係

キーワード 橋桁防護工、2重梁、柱に働く力、ピン結合、重錘落下試験

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL 042-573-7280

3. エネルギー吸収性能向上効果の検証

提案構造を適用した試作模型に対し、重錘落下試験を行い、柱に働く力とエネルギー吸収量を確認した。試験条件は、文献 2) の重錘落下試験と同一である。試験体は 2 重梁構造とし、図 6 に示すように、接続梁の基部にピン結合部を設けた。

試験結果より、柱に働く力と重錘変位の関係を図 7 (赤実線) に示す。図中には静的解析結果も併せて示す。

付加梁衝突時に柱に働く力は、従来の 1 本梁 (緑実線) と比べて小さくなった。これは、付加梁の耐力を抑えたことによると考えられる。

付加梁の塑性化後には抵抗力が徐々に低下した。これは、図 8 に示すように接続梁が倒れ込むことで付加梁の軸方向拘束が解放されたためと考えられる。

主梁衝突後、柱に働く力は、1 本梁での最大値より 27% 程度低下した。これは、付加梁の抵抗力が失われた状態で主梁に衝突しているため主梁の抵抗に付加梁の抵抗力が加わらなかったこと、付加梁があらかじめ重錘の運動エネルギーを吸収した上で主梁に衝突したことで衝撃力が低下したことによると考えられる。

重錘が停止するまでの 2 重梁のエネルギー吸収量は 9.3kJ となり、1 本梁において柱が損傷するまでに吸収したエネルギー 6.2kJ の 1.5 倍となった。

4. おわりに

2 重梁形式の橋桁防護工を開発した。付加梁を主梁より縮小した断面とし、接続梁の基部をピン結合した支持条件とすることにより、柱に働く力を抑えてエネルギー吸収量を増加させることが可能であることを確認した。

参考文献

- 1) 増田雄輔, 斉藤雅充: 橋桁防護工の応答性状に対する構造形式の影響とエネルギー吸収性能向上策の効果, 土木学会第 75 回年次学術講演会, I -262, 2020.9
- 2) 小林裕介, 渡邊友崇, 斉藤雅充, 後藤恵一: 門型構造を有する橋桁防護工のエネルギー吸収性能, 土木学会第 76 回年次学術講演会 (投稿中), 2021.9

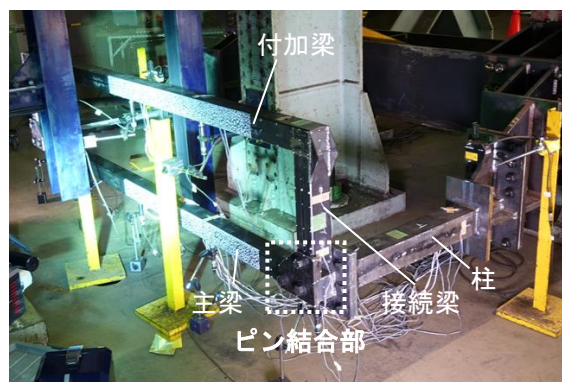


図 6 二重梁構造の橋桁防護工の縮小試験体

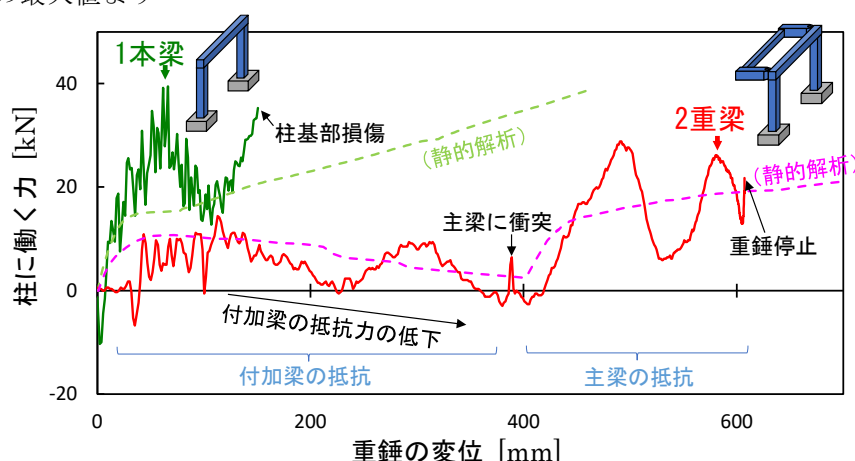
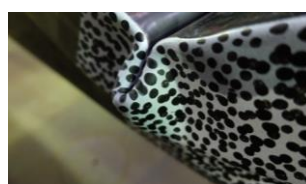
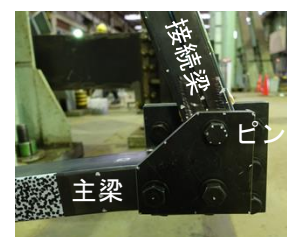


図 7 重錘落下試験結果 (荷重変位関係)



付加梁中央



ピン結合部



図 8 試験体の変形