

I-B 157 梁柱部接合方法の PC 覆工の衝撃挙動への影響

室蘭工業大学 学生員 山内 昌 昭
 室蘭工業大学 正 員 岸 徳 光
 開発土木研究所 正 員 西 弘 明
 日本建設 C. 正 員 角 掛 久 雄

1. はじめに

PC 製落石覆工 (PC 覆工) は逆 L 型ラーメン構造として設置するのが一般的であり、柱と底版、梁と側壁の結合はヒンジ結合を仮定しており、実際上もほぼヒンジ構造として機能しているものと考えられる。一方、梁一柱の接合部は、剛結を仮定し、梁一柱一体構造になることが期待されている。しかしながら、著者らの逆 L 型実規模 PC 覆工を用いた衝撃実験結果によれば、必ずしもこの接合部が剛結とはならないことが示されている。

本研究は、逆 L 型 PC 覆工の梁一柱接合部の接合方法の力学的挙動特性への影響を検討するために、実規模逆 L 型 PC 覆工模型を用いた重錘落下衝撃実験結果を基に三次元衝撃解析汎用コードである LS-DYNA3D を用いて数値解析的に検討を行ったものである。

2. 解析仮定

本研究で対象とした構造物は、図-1 に示すような実規模 PC 覆工模型である。この PC 覆工は、5 本の主桁より構成され、梁一柱は PC 鋼棒を用いて接合されている。本研究では、この接合方法が覆工の断面力分布に与える影響を実験結果と比較する形で解析的に検討するものである。

2.1. 構造のモデル化

本研究では、載荷を、中央桁である 3 桁に限定することとし、三層緩衝構造と敷砂単層を用いた 2 つのケースについて梁一柱接合部の接触面の条件、PC 鋼棒の付着条件を変化させ解析を行うこととした。表-1 には本研究で設定した 3 ケースの接合部の条件を一覧にして示している。要素分割は、横締め有りの場合には、構造系の対称性より覆工構造全体の 1/2 の 2.5 体の各 PC 桁を一体構造とし解析を行い、また横締め無しの状態に対しては 1 体の PC 桁のみを解析の対象としている。解析は弾性体と仮定して全て三次元固体要素を用いて行った。図-2 には解析に用いた 1 組の主桁と柱の要素分割状態を示している。入力荷重は、実験結果で得られた最大伝達衝撃力を覆工頂版上に直接作用させ、三層緩衝構造を用いる場合は、衝撃力が緩衝構造設置領域 (4m×4m) に均等に分散分布しているものと仮定し、また、敷砂単層を用いる場合は実験結果に基づき分布幅を 1m として伝達衝撃力分布を用いて入力することとした。図-3 には解析に用いた各緩衝構造を用いる場合の衝撃力波形及び衝撃荷重の分布状況を示している。解析に用いた各材料定数は、コンクリートは弾性係数 $E_c = 3.5 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ 、ポアソン比 $\nu_c = 0.2$ 、質量 $\rho_c = 2.5 \text{ g/cm}^3$ とし、PC 鋼棒は弾性係数 $E_s = 2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ 、ポアソン比 $\nu_s = 0.3$ 、質量 $\rho_s = 7.85 \text{ g/cm}^3$ とした。

3. 解析結果

3.1. 断面力分布

図-4 は全体模型の接合部に各解析ケースを適用した場合の載荷桁である 3 桁の曲げモーメント分布について、解

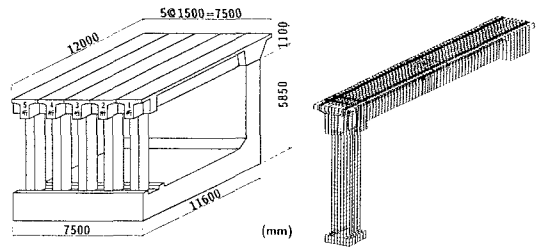


図-1 実規模 PC 覆工断面図

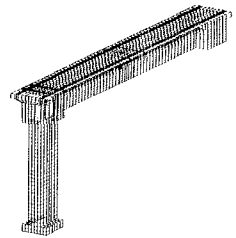
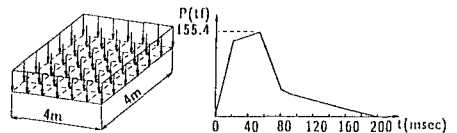


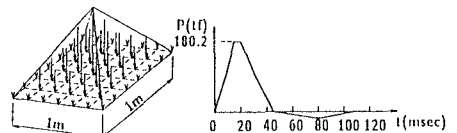
図-2 要素分割図

表-1 解析ケース

解析 ケース	接触面 の状態	PC 鋼棒	
		梁部	柱部
アンボンド接合	無付着	アンボンド	アンボンド
ボンド接合	無付着	ボンド	ボンド
剛結接合	完全付着	ボンド	ボンド



(a) 三層緩衝構造を緩衝材として用いた場合



(b) 敷砂単層を緩衝材として用いた場合

図-3 衝撃力波形及び衝撃荷重の分布状況

析結果を実験結果と比較して示している。

図より、三層緩衝構造の場合は、主桁中央部でアンボンド接合、ボンド接合、剛結接合の順に小さな値となっている。ボンド接合の場合は剛結接合を仮定する場合の応答結果に近い分布性状を示している。これより PC 鋼棒をボンドタイプにすることにより、アンボンドタイプよりも曲げモーメントを柱部に伝達できることが明らかになった。

敷砂単層の場合には、載荷点近傍に衝撃荷重が集中し、直線的な分布を示している。中央点では、接合方法による差が現れず、各ケースとも類似した分布性状を示している。いずれも実測による曲げモーメントとアンボンド接合を仮定する場合の解析結果が最も良く近似しており、アンボンド接合仮定の解析は実験をよく再現しているものと考えられる。

3.2. 衝撃荷重と静的荷重との比較

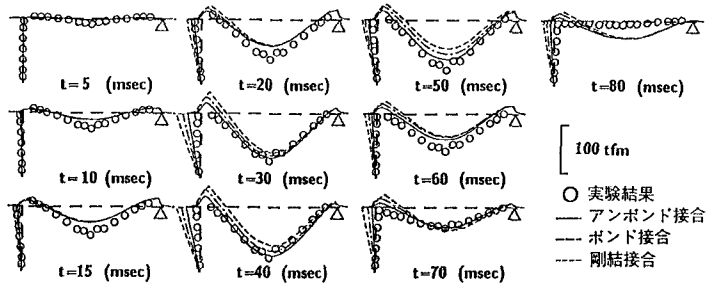
図-5には各接合方法（横締め有りの衝撃荷重、静的荷重載荷時及び横締め無しの静的荷重載荷時）を用いた場合の載荷桁の曲げモーメント分布について比較して示している。図より、三層緩衝構造の場合は、曲げモーメントの大きさは異なるものの、衝撃荷重、静的荷重載荷時とも類似のなめらかな分布性状を示していることがわかる。主桁中央点及び柱接合部近傍では、横締め無しの静解荷重、横締め有りの衝撃荷重、静的荷重の順に小さな値を示している。アンボンド接合で横締め無しの静載荷時の解析結果が、実験結果と良く対応していることがわかる。

敷砂単層の場合には、横締め有りにおける両解析結果はいずれの接合方法に対しても類似の分布性状を示していることがわかる。一方、横締め無しの場合には横締め有りに対していずれの場合も2倍以上の応答値を示しており、顕著な横締め効果を確認することができる。

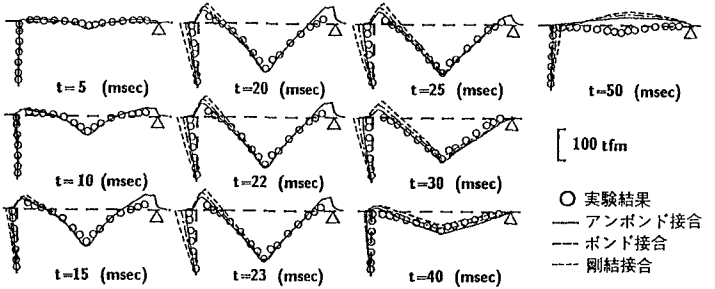
4. まとめ

本検討結果を整理すると、

- 1) アンボンド接合を仮定する場合の解析結果は実測値と良く対応している。
- 2) ボンドタイプの PC 鋼棒を用いることにより、接合部の剛結度を改善できる。
- 3) 剛結接合は最も効率よく梁の曲げモーメントを柱部に伝達させることができる。
- 4) 敷砂単層を用いる場合には、横締めによって荷重分担率を改善することができる。分担率を 0.5 とした横締め無しの静的載荷によって、横締め有りの衝撃荷重載荷時の各 PC 桁の断面力が評価可能である。

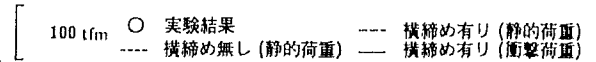


(a) 三層緩衝構造を緩衝材として用いた場合

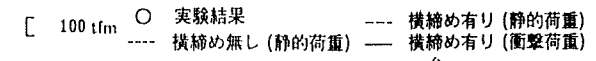


(b) 敷砂単層を緩衝材として用いた場合

図-4 3 桁曲げモーメント分布に関する比較図



(a) 三層緩衝構造を緩衝材として用いた場合



(b) 敷砂単層を緩衝材として用いた場合

図-5 各接合方法を用いた場合の載荷桁曲げモーメント分布についての比較