

クレーン敷板への偏心载荷が降伏強度比に与える影響

(独)労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 正会員 ○堀 智仁
 (独)労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 正会員 玉手 聡
 (株)東洋スタビ 非会員 若原 千恵

1. はじめに

移動式クレーンは、重量物の吊り上げや移動、組み立てなどに使用され、建築および建設現場において欠かせない機械の一つである。一方、移動式クレーンの転倒災害は依然として発生しており、主な転倒要因は支持地盤の沈下によるものである。この沈下を防止するためには敷板等を使用して機械の接地圧を低減させる必要があるが、クレーンの使用状況を見ると敷板の中央にアウトリガーが設置されていない場合も多く見受けられる。そこで本研究では、アウトリガーを敷板に偏心設置した場合の降伏強度比について模型実験および実大実験を実施してその影響を調べた。

2. 実験の概要

(1) 模型実験

つり上げ荷重 250kN クラスの移動式クレーンに搭載されている敷板（850mm×804mm×20mm）の 1/20 スケールのモデル（40mm×42mm×1mm）を作製した。図-1 に模型実験の概要を示す。模型地盤は関東ローム（ $w_{opt}=102\%$ ）を締め固め後の層厚が 1 層あたり 50mm となるよう試験容器（360mm×360mm×210mm）に投入し、3 層に分けて地盤を作製した。各層の締め固め圧 σ は、強度の異なる地盤を作製するため $\sigma=20\text{kPa}$ と $\sigma=100\text{kPa}$ で締め固めた 2 種類の地盤を作製した。本稿では、それぞれを「軟弱地盤」および「硬質地盤」と呼ぶことにする。载荷ロッドは現場地耐力試験（以下、BCT という）の载荷板（ $\phi=300\text{mm}$ ）を想定し、1/20 である $\phi=15\text{mm}$ で作製した。ここで、BCT は平板载荷試験と同様に重機を反力にした試験であり、短時間に支持力調査が可能な試験方法である¹⁾。载荷位置については図-1 のとおり中央载荷と偏心 A～D の合計 5 箇所で行った。荷重は変位制御で与え、载荷速度は 1mm/min とした。

(2) 実大実験

実験用地盤については、排土板付きのミニバックホウで、関東ロームを厚さ 0.2m で敷き均し、転圧した。地盤の厚さは 3 層で作製し、全層厚は 0.6m である。実大実験では鉄製の敷板（0.8m×0.8m×0.02m）を作製して、中央および敷板の側部（偏心 B）および角部（偏心 D）で BCT を実施した。

3. 試験結果

図-2 に軟弱地盤を模擬した地盤の試験結果を示す。図中にはローム地盤の結果も示している。载荷圧力 q と沈下量 s の関係を比較すると敷板の中央に载荷した結果が最も高い。次いで、偏心 A と偏心 C が同程度となっており、

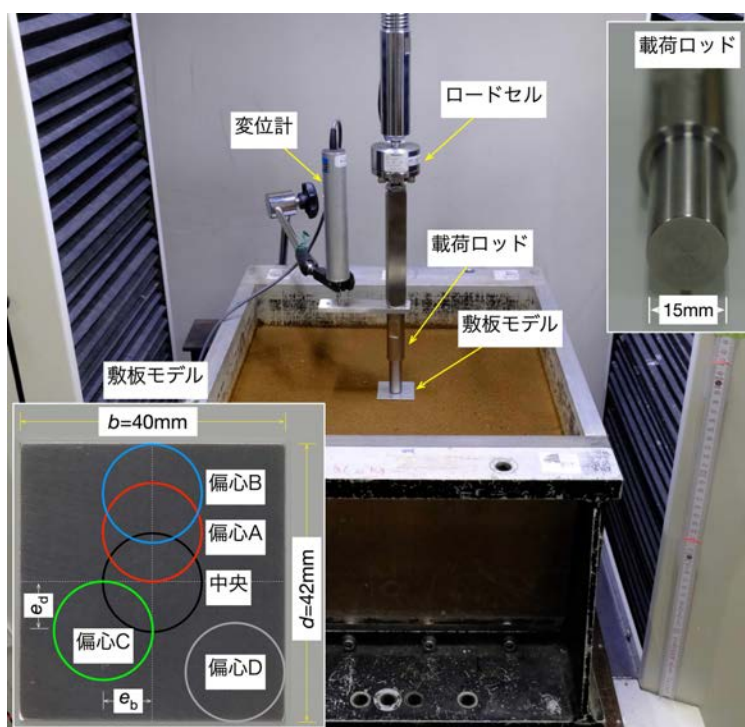


図-1 模型実験の概要

キーワード 移動式クレーン 転倒災害 支持力

〒204-0024 東京都清瀬市梅園 1-4-6 (独)労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 TEL042-491-4512

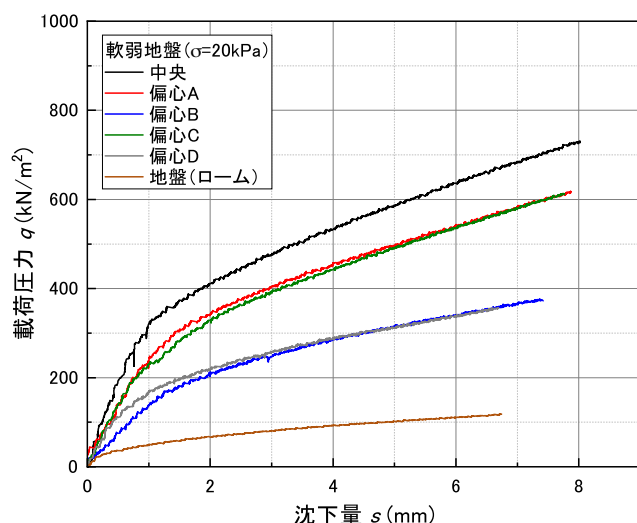
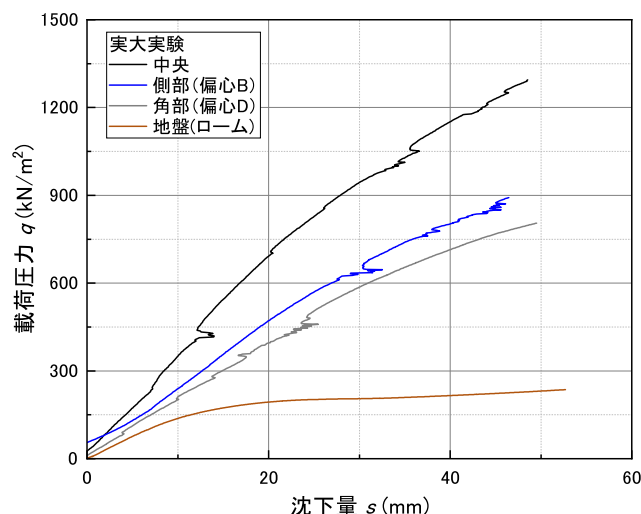
図-2 模型地盤の結果 ($\sigma=20\text{kPa}$)

図-3 実大実験の結果

偏心 B および偏心 D が最も q - s 関係が小さい。この結果から、载荷位置が中央から離れるに従い q - s 関係が低下していることがわかる。

図-3 に実大実験の結果を示す。 q - s 関係は敷板の中央に载荷した結果が最も高く、次いで、敷板の端部(偏心 B)での载荷、角部(偏心 D)での载荷の順となっている。これは模型実験の結果とほぼ同じ傾向である。

図-4 は降伏強度比 R_{qy} と偏心度 R_e の関係を示す。ここで、降伏強度比 R_{qy} とは、 q - s 関係の弾性域の最大の载荷圧力 q を降伏強度 q_y と定義し、各試験条件での q_y を中央载荷条件での q_y で除した値である。一方、偏心度 R_e とは敷板中央からの偏心量 e_b および e_d から、式 (1) により算出される値である。

$$R_e = \sqrt{\left(\frac{e_b}{b/2}\right)^2 + \left(\frac{e_d}{d/2}\right)^2} \quad (1)$$

図より、 R_{qy} は R_e の増加とともに低下しており、地盤の強度および模型実験と実大実験の違いに関わらず結果はほぼ一致している。特に、角部(偏心 D)に载荷した場合 ($R_e=0.90$) では R_{qy} の値は $0.43 \sim 0.54$ であり、中央载荷に比べ半減していることがわかる。また、偏心 A ($R_e=0.37$) や偏心 C ($R_e=0.52$) でも、 R_{qy} の値はそれぞれ $0.80 \sim 0.86$ と $0.63 \sim 0.73$ であるため、アウトリガーを敷板の中央からわずかに偏心して設置した場合でも荷重の分散効果が 2~3 割低下することがわかった。

4. まとめ

アウトリガーを敷板に偏心設置した場合の降伏強度比について模型実験および実大実験を実施して調べた。その結果、アウトリガーを敷板の中央からわずかに偏心して設置した場合 ($R_e=0.37$) でも、本来の荷重分散に比べ 2 割程度低下し、この傾向は地盤の強度に依存しないことがわかった。

参考文献

- 1) 玉手聡, 堀智仁: 作業現場における地耐力確認の方法, 労働安全総合研究所技術資料, JNIOH-TD-NO.3, pp.39-62, 2015.

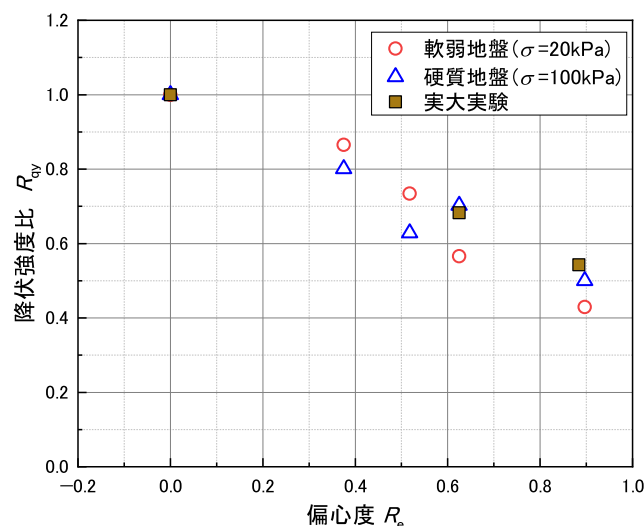


図-4 偏心度と降伏強度比の関係