

地中爆発を受ける埋設鉄筋コンクリート板の損傷に関する研究

防衛大学校 学生会員 ○ 峠 康之
学生会員 市野 宏嘉
正会員 大野 友則

1. 序言

近年、世界の各地で爆発を伴うテロ事件や爆発災害が頻発しており、社会的に重要な施設あるいは危険物を取り扱う施設などを建設する際には、爆発荷重を考慮した防護設計が求められている。一般に、耐爆性能を有する地上構造物を建設しようとする、部材厚や鉄筋量がかなり大きくなる。そこで、このような構造物を地下に建設すれば、爆破行為や爆発の危険を回避できるとともに、爆発が生じた場合は衝撃力を地盤材料が吸収あるいは緩和する効果を期待することができるため、より安全で経済的な設計となることが考えられる。ただし、耐爆性能を有する地下構造物を設計するためには、地盤材料を介して爆発を受ける構造部材の損傷を適切に評価する必要がある。

地盤材料による爆発荷重の緩衝効果を検証するため、森下ら¹⁾は、乾燥砂で覆った鉄筋コンクリート板を爆薬で爆破する実験を行った。その結果、爆薬と鉄筋コンクリート板の間に乾燥砂が介在する場合は、乾燥砂がない場合と比べて鉄筋コンクリート板の損傷が軽減されることを明らかにした。ただし、爆発位置や土質などの条件が変化すると、地盤材料による損傷軽減効果も変化すると考えられる。本研究では、乾燥砂および湿潤シルト中に埋設された鉄筋コンクリート板の上方位置で、爆薬を地中で爆発させ、地中爆発を受ける鉄筋コンクリート板の損傷について知見を得るとともに、土質の違いが鉄筋コンクリート板の損傷に及ぼす影響について検証した。

2. 地中埋設鉄筋コンクリート板の爆発実験

実験に用いる試験体は、図-1に示す縦50cm、横50cm、厚さ5cmの鉄筋コンクリート板(コンクリートの一軸圧縮強度 26.4N/mm^2)を使用した。また、図-2に示すように、実験室の地盤を、約1m掘り下げ、底面を水平に整地して、厚さ1.2cmのベニヤ板を敷き、その上に支持用の鋼材を40cmの間隔で平行に設置した。鉄筋コンクリート板は、支持用鋼材に載せ、二辺単純支持とした。鉄筋コンクリート板は埋設深さが最終的に土嚢と合わせて約1mとなるように設置し、鉄筋コンクリート板の中心の鉛直上方50cmの位置に爆薬を設置した。供試土は、表-1に示すように乾燥砂および湿潤シルトの2種類を用いた。爆薬は、熱や衝撃に対して比較的安定で、かつ成型が容易な、コンポジションC-4爆薬(以下、C-4爆薬とよぶ)125gを使用した。C-4爆薬を円柱形に成型し、6号電気雷管で起爆した。

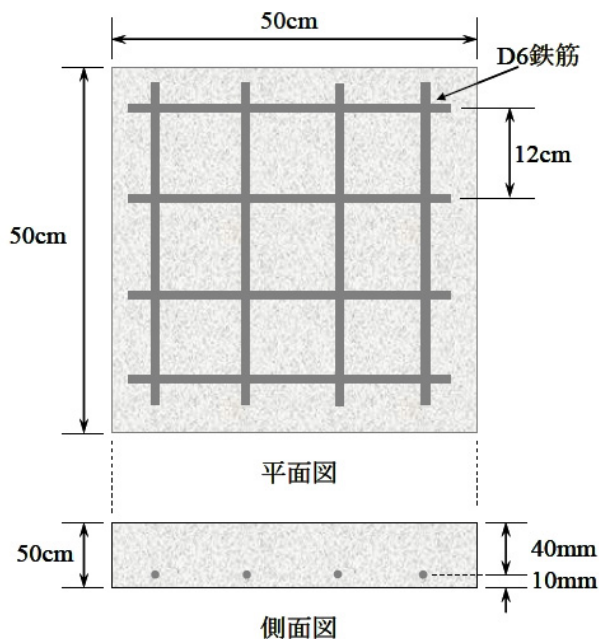


図-1 鉄筋コンクリート板の概要

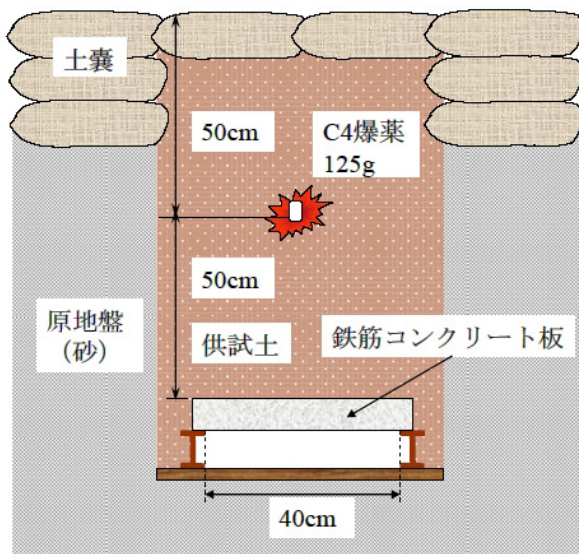


図-2 実験設備の概要

キーワード 地中爆発 / 埋設鉄筋コンクリート板 / 最大たわみ / ひび割れ

連絡先 〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 TEL 046-841-3810 E-mail:s52370@ed.nda.ac.jp

3. 実験結果

供試土が乾燥砂の場合の試験体の損傷状況を写真-1(a)～(c)に示し、供試土が湿潤シルトの場合の試験体の損傷状況を写真-2(a)～(c)に示す。供試土が乾燥砂の場合と、湿潤シルトの場合での爆発後の試験体の損傷状況を比較すると、乾燥砂の場合は損傷が比較的軽微な一方で、湿潤シルトの場合は、乾燥砂の場合と比較して試験体の損傷が激しくなっている。

写真-1(a)より、乾燥砂の場合、試験体表面には特に変化は見られなかった。また写真-2(a)より、湿潤シルトの場合は、試験体の中央に1本のひびが入っており、ひび割れに沿ってコンクリートが圧潰して剥離している。

次に試験体裏面の損傷を検証する。写真-1(b)および写真-2(b)より、乾燥砂、湿潤シルトともに2本の鉄筋に沿ってひび割れが伸展している。しかし、ひび割れの大きさは、乾燥砂で最大0.2mm(写真-1(b)のひび割れは加筆して強調されている)、湿潤シルトで最大9.5mmであり、大きく異なる。また、一部ではコンクリートが剥離し、鉄筋が露出している。

試験体側面の損傷状況については、写真-1(c)に示す乾燥砂の場合、試験体裏面に2本のひび割れがあり、うち1本は鉄筋の位置に入っている。写真-2(c)に示す湿潤シルトの場合にも、試験体裏面の鉄筋の位置より、試験体表面の中央にかけてひび割れが入っている。また、鉄筋コンクリート板は下に凸の形で湾曲しており、特に湿潤シルトの場合のたわみが著しく、それぞれの残留たわみは、乾燥砂の場合で2mm、湿潤シルトの場合で27mmである。

表-1 供試土の材料特性値

供試土	湿潤密度 (g/cm ³)	含水比 (%)	飽和度 (%)	平均粒径 (mm)
乾燥砂	1.60	3.0	11	0.40
湿潤シルト	1.48	81.1	96	0.055



写真-1(a) 表面



写真-2(a) 表面



写真-1(b) 裏面
(ひび割れを加筆して強調)



写真-2(b) 裏面



写真-1(c) 側面
(ひび割れを加筆して強調)



写真-2(c) 側面

写真-1 試験体の損傷
(乾燥砂)

写真-2 試験体の損傷
(湿潤シルト)

4. 結言

本研究では、乾燥砂および湿潤シルト中に埋設された鉄筋コンクリート板に、爆薬の地中爆発による爆発荷重を作用させ、地中爆発を受ける鉄筋コンクリート板の損傷について知見を得るとともに、土質の違いが鉄筋コンクリート板の損傷に及ぼす影響について検証した。その結果、供試土を乾燥砂とした場合と湿潤シルトとした場合では、同条件で湿潤シルトの場合において、乾燥砂と比較して、その損傷状況が著しいことが確認できた。

参考文献

- 1) 森下政浩, 阿曾沼剛, 栗木茂幸, 竹本憲介, 齋藤和伸, 松尾啓: 近接爆発を受ける鉄筋コンクリート版の損傷と覆土の緩衝効果, 土木学会論文集 A, Vol.62, No.4, pp. 865-876, 2006